



Città Metropolitana
di Genova

Direzione Sviluppo Economico e Sociale

Servizio Edilizia

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - ALLEGATO
Plesso scolastico Primo Levi Corso Trento e Trieste 87c
Borgo Fornari – Ronco Scrivia (GE)



Genova, 26/09/2019

I tecnici:



dott. ing. Emiliano Bronzino

via Ceccardi 3/1 – 16121 Genova – cell. 3498719133

email emiliano.bronzino@saicingegneria.it

Esperto in Gestione dell'Energia – Settore INDUSTRIALE, numero di certificato EGE0011, emesso dall'Organismo Accreditato Bureau Veritas Italia S.p.A. il 30/11/2015



dott. ing. Federico Valsuani

via Ceccardi 3/1 – 16121 Genova – cell. 3939172894

email federico.valsuani@saicingegneria.it

Esperto in Gestione dell'Energia – Settore CIVILE, numero di certificato EGE0015, emesso dall'Organismo Accreditato Bureau Veritas Italia S.p.A. il 30/11/2015

INDICE

1	Descrizione dell'intervento	5
2	Oggetto della specifica	6
3	Opere edili	7
3.1	Coibentazione involucro opaco	7
3.1.1	Pannelli isolanti	7
3.1.2	Isolamento a cappotto	7
3.1.2.1	Modalità di posa	8
3.1.2.2	Fissaggio	8
	Finitura	8
3.1.3	Isolamento della copertura a falde	9
3.1.3.1	Modalità di posa	9
	Finitura	10
3.1.4	Isolamento del soffitto sotto terrazzo	10
3.1.4.1	Materiale scelto	10
	Modalità di posa	11
	Finitura	11
3.1.5	Isolamento del pavimento della palestra	11
3.1.5.1	Materiale scelto	11
3.1.5.2	Modalità di posa	12
3.2	Coibentazione involucro trasparente	12
3.2.1	Serramenti esterni	12
3.2.1.1	Materiale scelto	13
	Vetro	13
	Profilo in alluminio	14
	Modalità di posa	14
3.3	Materiali edili impiegati	15
3.3.1	Acqua, calce, leganti idraulici, pozzolane, gesso	15
3.3.1.1	Acqua	15
3.3.1.2	Calce	15
3.3.1.3	Leganti idraulici	15
3.3.1.4	Gesso	15
3.3.2	Sabbia, ghiaia e pietre naturali	15
3.3.2.1	Sabbia	15
3.3.2.2	Ghiaia e pietrisco	16
3.3.2.3	Pietre naturali	16
3.3.2.4	Marmo	16
3.3.3	Materiali additivi per calcestruzzi e malte	17
3.3.4	Elementi di laterizio	17
3.3.4.1	Mattoni pieni e forati, volterrane e tavelloni	17
3.3.4.2	Tegole	17
3.3.5	Materiali per pavimentazione	18
3.3.5.1	Pavimenti e rivestimenti in gomma, vinilici e/o linoleum	18
3.3.6	Prodotti per impermeabilizzazione	19
3.3.6.1	Membrane	19
3.3.7	Sigillanti e adesivi	21
3.3.7.1	Sigillanti	21
3.3.7.2	Adesivi	21
3.3.8	Prodotti per rivestimenti	22
3.3.8.1	Intonaci	22
3.3.8.2	Prodotti vernicianti	22
3.3.9	Cartongesso	23
4	Impianti tecnologici	24

4.1	Interventi sull'impianto termico.....	24
4.2	Sostituzione dei corpi illuminanti	25
4.3	Impianto solare fotovoltaico	25
4.4	Sistema di monitoraggio dei consumi	26
4.5	Inclusioni ed esclusioni	26
4.6	Criteri di valutazione per opere a misura	27
4.6.1	Tubazioni	27
4.6.1.1	Tubazioni in acciaio	27
4.6.1.2	Tubazioni scarichi	27
4.6.1.3	Verniciature.....	27
4.6.1.4	Isolamenti.....	27
	Isolamento tubazioni con coppelle.....	27
4.7	Prescrizioni tecniche generali e particolari	28
4.7.1	Disegni esecutivi di cantiere (shop drawings).....	28
4.7.2	Autorizzazione all'esecuzione	28
4.7.3	Norme, decreti, disposizioni di legge e regolamenti	28
4.7.3.1	Generale	28
4.7.3.2	Impianti di riscaldamento.....	29
4.7.3.3	Impianti elettrici.....	30
4.7.3.4	Prescrizioni particolari	30
4.7.4	Documentazione di progetto dell'appaltatore	30
4.7.4.1	Documentazione finale.....	31
4.7.5	Verifiche e prove preliminari degli impianti	33
4.7.5.1	Generale	33
4.7.5.2	Impianti di riscaldamento.....	33
4.7.5.3	Centrale termica	34
4.7.5.4	Collaudi	35
4.7.6	Procedure di verifica all'avviamento	35
4.7.6.1	Procedure di collaudo.....	35
	Misura della temperatura dell'aria interna	36
	Misura della temperatura dell'aria esterna.....	36
	Misura del livello di rumore.....	37
	Documentazione.....	37
	Centrale termica	37
	Pratiche per autorizzazioni	38
4.7.7	Prescrizioni tecniche costruttive dei componenti impiantistici e modalità esecutive	39
4.7.7.1	Provvedimenti contro la trasmissione di vibrazioni	39
4.7.7.2	Misure antiacustiche.....	39
4.7.7.3	Generatore di calore a cippato.....	40
4.8	Generatore di calore a condensazione di integrazione	43
4.8.1.1	Camini emissione fumi	45
	Camini per emissioni a basse temperature (caldaie ad acqua calda)	45
4.8.1.2	Vasi di espansione e serbatoi inerziali	46
	Vasi di espansione per circuiti acqua calda.....	46
4.8.1.3	Serbatoio inerziale acqua calda	46
4.8.1.4	Elettropompe	46
	Generale	46
	Pompe per montaggio orizzontale.....	47
	Circolatori	47
4.8.1.5	Elementi per riscaldamento	47
	Radiatori.....	47
	Pavimento radiante palestra	48
	Tubazioni	51
	Valvolame	56
	Compensatori di dilatazione.....	57
	Termometri, manometri, flange tarate.....	60
	Rivestimenti isolanti	60
	Staffaggi.....	63
	Disconnettore	64
	Valvole di intercettazione a saracinesca.....	65

4.9	Prescrizioni tecniche costruttive del sistema di regolazione e controllo	66
4.9.1	Strumentazione Impianti idrotermici.....	66
4.9.1.1	Termostato	66
4.9.1.2	Sonde di temperatura da esterno	67
4.9.1.3	Sonde di temperatura ad immersione	67
4.9.1.4	Termostati ad immersione	67
4.9.1.5	Valvole a tre vie miscelatrici modulanti per acqua calda	68
	Caratteristiche tecniche	68
	Regolazione manuale	68
	Caratteristiche tecniche	68
4.10	Sostituzione dei corpi illuminanti	68
4.11	Impianto solare fotovoltaico	69
4.12	Sistema di monitoraggio dei consumi	74

1 Descrizione dell'intervento

Il presente capitolato speciale d'appalto riferisce a riguardo degli interventi di efficientamento energetico da effettuare sui sistemi tecnologici al servizio del Plesso scolastico Primo Levi a Borgo Fornari – Ronco Scrivia (GE) e in particolare sull'edificio ospitante i laboratori e la palestra.

Il Plesso scolastico Primo Levi a Borgo Fornari – Ronco Scrivia (GE) è sito nel centro cittadino in Corso Trento e Trieste 87c ed è costituito da due distinti corpi di fabbrica. Il primo, risulta vincolato ed è realizzato con un'elegante struttura con pareti in pietra a vista. L'immobile si sviluppa su cinque livelli dal piano semi-interrato al piano terzo. Il secondo, realizzato in epoca successiva, è invece realizzato con struttura mista con pilastri, travi e tamponamenti con pareti a cassa vuota. L'edificio si sviluppa su quattro livelli dal piano terra al terzo e non presenta alcun vincolo.

Il primo edificio ospita la segreteria e le principali aule didattiche utilizzate durante le lezioni per una superficie utile riscaldata di circa 1046 m² e un volume netto di 3537 m³.

Nel secondo trovano collocazione la palestra, gli spogliatoi annessi e alcuni laboratori didattici per le materie scientifiche e di informatica. La superficie utile riscaldata è pari a circa 791 m², mentre il volume netto ammonta a 2613 m³.

L'intero complesso dispone così di una superficie utile riscaldata pari a circa 1837 m², con un volume netto di 6150 m³.

Nell'immagine sottostante la struttura è identificata all'interno di vista satellitare.



Figura 1.1: Vista Satellitare del plesso scolastico

Proprio per la presenza di vincoli architettonici e la volontà di raggiungere prestazioni energetiche di eccellenza, con l'obiettivo di ottenere un edificio a energia quasi zero, si è limitato l'intervento al corpo di fabbrica in cui sono ospitati i laboratori e la palestra. Di seguito pertanto si farà riferimento soltanto a questo. L'altro edificio gioverà comunque del nuovo sottosistema di generazione dal momento che la centrale termica è condivisa e attualmente insediata in adiacenza alla palestra.

Al fine di abbattere i consumi energetici si prevede di eseguire alcuni interventi sul sistema edificio-impianto.

In particolare per quanto riguarda la riqualificazione dell'involucro, si prevede:

- la realizzazione di un cappotto termico con installazione di un sistema isolante esterno in poliuretano espanso, con finitura in intonaco plastico colorato dello spessore minimo di 10 cm;
- la coibentazione del pavimento controterra con impiego di poliuretano espanso dello spessore di 10 cm del tipo idoneo all'installazione al di sotto del masseto, in grado quindi di resistere alla compressione;
- l'isolamento termico della copertura a falde al di sopra del solaio inclinato. Si prevede la posa in opera di 14 cm di strato in poliuretano espanso, con installazione di finitura in tegole;
- la sostituzione degli infissi con nuove finestre doppio vetro basso emissive e telaio a taglio termico, allineate agli attuali standard. La trasmittanza termica degli infissi si attesterà ad un valore medio di circa 1,4 W/m²C.

Per quanto riguarda invece gli impianti tecnologici si prevede:

- la realizzazione di un impianto di riscaldamento completo di nuovi terminali di impianto (pannelli radianti a pavimento per la sola palestra e radiatori operanti a bassa temperatura per gli altri locali) e di rete di distribuzione;
- la realizzazione di una centrale termica basata su un sistema ibrido biomassa-gas costituito da un generatore a cippato/pellet, affiancato da una caldaia a gas metano;
- la riqualificazione dell'impianto di illuminazione con sostituzione di tutti gli attuali corpi illuminanti con nuovi dispositivi a led;
- la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica mediante pannelli fotovoltaici.

2 Oggetto della specifica

E' scopo della presente specifica la definizione:

- dei limiti di fornitura,
- della documentazione di progetto,
- dei requisiti delle apparecchiature, dei materiali, nonché dei criteri di esecuzione;

per la riqualificazione del sistema edificio-impianto secondo quanto meglio dettagliato nei documenti progettuali e nei seguenti capitoli.

I requisiti contenuti nella presente specifica devono essere interpretati come prescrizioni generali.

Rimane compito e responsabilità dell'Appaltatore la definizione specifica di dettaglio, nel rispetto delle norme e delle prescrizioni contenute nella presente specifica.

L'Appaltatore è pertanto tenuto a verificare, coordinare ed eventualmente adeguare le relative progettazioni costruttive sulla base della seguente specifica tecnica. L'Appaltatore dovrà fornire quanto necessario, anche se non espressamente descritto, per realizzare le opere complete, a regola d'arte. Gli impianti dovranno inoltre essere perfettamente funzionanti.

3 Opere edili

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni di legge e del presente Disciplinare prestazionale, essi dovranno essere di migliore qualità e perfettamente lavorati e potranno essere utilizzati e impiegati nell'opera in oggetto soltanto dopo l'accettazione della Direzione Lavori. I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'impiego, in perfetto stato di conservazione.

Le prescrizioni tecnico costruttive illustrate di seguito, non sono da considerarsi esaustive di tutti gli interventi e gli adempimenti tecnico-costruttivi necessari per la corretta e completa realizzazione delle opere descritte all'interno della relazione tecnico descrittiva.

3.1 Coibentazione involucro opaco

3.1.1 Pannelli isolanti

Per isolamento termico (o coibentazione termica) si intendono tutti i sistemi e le operazioni costituenti gli sforzi atti a ridurre il flusso termico di calore scambiato tra due ambienti a temperature differenti. L'isolamento termico in edilizia è volto, principalmente, al fine di contenere il calore all'interno degli edifici (per la protezione dal caldo estivo è più corretto parlare di "schermatura dal calore"), quindi è l'insieme degli accorgimenti utilizzati per impedire le dispersioni di calore verso l'esterno di un edificio, in modo da ottimizzare i consumi.

Il fornitore dovrà garantire le caratteristiche di isolamento termico dei materiali adottati, tramite attestati e certificazioni, che ne dichiarino anche le condizioni di sicurezza sia in termini di impiego che di esposizione nel tempo, nonché l'impatto ambientale dei componenti.

Le caratteristiche generali da dichiararsi per gli isolanti sono:

- dimensioni e spessore
- massa areica
- caratteristiche termiche (conducibilità termica, resistenza a temperatura, etc.)
- stabilità dimensionale dell'isolante durante l'esercizio
- comportamento al fuoco, attestato mediante certificato ufficiale
- limite di emissione delle sostanze nocive per la salute.

3.1.2 Isolamento a cappotto

Tale sistema di coibentazione dovrà essere tale da garantire che l'intero pacchetto parete raggiunga un valore di trasmittanza inferiore a $0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$.

È previsto l'utilizzo dell'isolante termico tipo STIFERITE CLASS SK dello spessore di 10 cm.

Il pannello è composto da una schiuma polyiso (PIR). Si tratta di un prodotto con espandenti che non intaccano lo strato di ozono e senza l'impiego di CFC e HCFC. La schiuma è rigida, a celle chiuse, imputrescibile, resistente alla maggior parte degli additivi chimici e alle alte temperature (fino a 110°C). Il pannello è rivestito su entrambe le facce di velo vetro saturato.

Le caratteristiche del pannello Class SK sono le seguenti:

- Conducibilità Termica Dichiarata - λ_D [W/mK]: 0,026;
- Resistenza Termica Dichiarata - $RD = d/\lambda_D$ - [$\text{m}^2\text{K/W}$]: 3,85;

- Reazione al fuoco (EN 13501-1, EN 11925-2, EN 13823): EUROCLASSE E;
- Fattore di resistenza alla diffusione del vapore - μ (EN 12086): 56 ± 2 ;
- Massa volumica pannello - ρ [kg/m^3] Valore medio comprensivo del peso dei rivestimenti: $35 \pm 1,5$;
- Calore Specifico - C_p [$\text{J}/\text{kg}^\circ \text{K}$] Valore medio: 1464;
- Resistenza alla diffusione del vapore d'acqua - Z [$\text{m}^2\text{hPa}/\text{mg}$] (EN 12086): 4,2 - 8,0;
- Percentuale in peso di materiale riciclato - [%] Valore medio: 2,57;
- Dichiarazione Ambientale di Prodotto EPD verificata da Ente terzo ISO 14025 e EN 15804;
- Emissioni di composti organici volatili (UNI EN ISO 16000): Classe Francese A.

3.1.2.1 Modalità di posa

Prima di realizzare il cappotto con il pannello Class SK, sarà necessario verificare la complanarità del supporto ed eventualmente rimediare tramite adeguata rasatura; occorrerà inoltre pulirlo da eventuali polveri o residui e, se necessario, stendere un primer o un materiale che doni ruvidità al piano. Infine bisognerà garantire che non esistano fenomeni di umidità di risalita che, nel tempo, potrebbero compromettere la stabilità e le caratteristiche del sistema a cappotto.

La stesura del cappotto dovrà venire in presenza di condizioni atmosferiche adeguate: temperatura superiore a 5°C e inferiore a 35°C , umidità relativa inferiore all'85% e assenza di vento.

La muratura di supporto non dovrà presentare fenomeni di efflorescenze saline e/o umidità di risalita, viceversa occorrerà effettuare un trattamento preventivo di risanamento, i cui tempi dovranno essere accuratamente rispettati prima di procedere con la posa dell'isolante.

Il sistema viene posato stendendo un cordolo di colla che percorra tutto il bordo del pannello e, aggiungendo a questo, alcuni punti interni in modo che lo strato di colla copra il 40% della superficie totale.

I pannelli dovranno essere perfettamente accostati tra di loro, procedendo dal basso verso l'alto e sfalsandoli di almeno 25 cm. Non dovranno esserci zone di discontinuità superiori a 2 mm. In caso contrario lo spazio tra di essi verrà riempito dal rasante di finitura con un conseguente assorbimento diverso di umidità che renderà visibili le giunture tra i pannelli mal accostati.

3.1.2.2 Fissaggio

I sistemi a cappotto con STIFERITE Class SK prevedono la tassellatura dei pannelli che potrà essere effettuata solo dopo il completo indurimento del collante (almeno 48 ore). I tasselli devono rispettare le prescrizioni della norma ETAG 014. Lo schema di fissaggio più comune per i pannelli STIFERITE Class SK di dimensioni 600 x 1200 mm è quello a "T", che prevede il fissaggio sugli spigoli e al centro di ciascun pannello.

Finitura

Una volta fissato i pannelli si procede con la stesura dell'intonaco di fondo e l'applicazione della rete in fibra di vetro, dal basso verso l'alto e con una sovrapposizione di almeno 10 cm. La rete in tessuto di fibra di vetro deve essere coperta con almeno uno strato di malta di fondo di 1 mm. Per la seconda mano di copertura bisogna aspettare almeno 24 ore per permettere alla rete di armatura di mantenere una posizione centrale tra le due mani di rasante, altrimenti le sollecitazioni termoigrometriche rischiano di danneggiare lo strato di finitura che dovrebbe proteggere il pannello isolante. Completata la maturazione dell'intonaco di fondo si procede con la finitura richiesta che, oltre ad un valore estetico, garantisce la necessaria protezione dagli agenti atmosferici.

3.1.3 Isolamento della copertura a falde

Il sistema di coibentazione qui di seguito illustrato dovrà essere tale da garantire che la falda raggiunga un valore di trasmittanza inferiore a $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Materiale scelto

È previsto l'utilizzo del pannello tipo STIFERITE ISOLVENTILATO dello spessore di 14 cm.

Si tratta di un pannello sandwich costituito da un componente isolante in schiuma polyiso, espansa senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito sulla faccia inferiore con fibra minerale saturata e su quella superiore con rivestimento Laminglass, tale rivestimento garantisce la permeabilità al vapore, l'impermeabilità all'acqua e rende la superficie antiscivolo. All'interno della schiuma sono inglobati dei listelli in legno OSB3 di dimensioni 45 x 15 mm, posti a correre lungo l'intera lunghezza del pannello con interasse di 600 mm., questo sistema agevola qualsiasi tipo di fissaggio a strutture edilizie eliminando l'effetto dei ponti termici in corrispondenza di tasselli o profili. Sulla faccia superiore del pannello delle linee tratteggiate indicano l'esatta posizione dei listelli, permettendo l'ancoraggio ad essi senza rischiare di bucare l'isolante.

Le caratteristiche del pannello Isolventilato sono le seguenti:

- Dimensioni: 1200 x 2400 mm;
- Conducibilità Termica Dichiarata - λ_D [W/mK]: 0,025;
- Resistenza Termica Dichiarata - $RD = d/\lambda_D$ [$\text{m}^2\text{K/W}$]: 5,60;
- Reazione al fuoco (EN 13501-1, EN 11925-2, EN 13823): EUROCLASSE E;
- Fattore di resistenza alla diffusione del vapore - μ (EN 12086): 68 ± 9 ;
- Massa volumica pannello - ρ [kg/m^3] Valore medio comprensivo del peso dei rivestimenti: $43 \pm 1,5$;
- Calore Specifico - C_p [$\text{J/kg}^\circ \text{K}$] Valore medio: 1729;
- Resistenza alla diffusione del vapore d'acqua - Z [$\text{m}^2\text{hPa/mg}$] (EN 12086): 3,8 – 9,6;
- Percentuale in peso di materiale riciclato - [%] Valore medio: 1,86;
- Dichiarazione Ambientale di Prodotto EPD verificata da Ente terzo ISO 14025 e EN 15804.

3.1.3.1 Modalità di posa

Prima di procedere alla posa della coibentazione occorrerà rimuovere il manto di copertura e i sottostanti listelli di supporto, entrambi i materiali verranno smaltiti in discarica per poi essere sostituiti con altri.

Quindi sarà necessario rimuovere detriti e polvere dalla superficie di appoggio, risolvere eventuali irregolarità di dislivello del piano di copertura, garantire la corretta sigillatura di possibili giunti di dilatazione, e applicare una mano di primer nel caso di superfici particolarmente polverose.

A questo punto si stenderà una barriera al vapore ISOTELO VB, con freno vapore, impermeabile all'acqua, avendo cura di procedere dal basso verso l'alto della falda e sormontando i teli.

Sopra la barriera al vapore e lungo tutto il perimetro del tetto, verranno posati i denti di arresto, listelli in legno dello stesso spessore del pannello isolante, col compito di proteggerlo lungo i lati.

Il passo successivo sarà la posa dei pannelli: si procede parallelamente alla linea di gronda e per file, dal basso verso l'alto, sigillando le giunture tra pannelli e tra questi e i denti di arresto, con adeguato silicone o schiuma poliuretanica e fissando meccanicamente i vari pannelli alla struttura sottostante del tetto. I tasselli dovranno essere ad espansione, adeguati alla struttura sottostante in laterocemento, lunghi quanto lo spessore del pannello più 1/3 di esso e dovranno infine essere inossidabili e con testa piana e svasata in modo da poter essere successivamente nastrata.

La posa della seconda fila di pannelli dovrà avvenire sfalsata rispetto a quelli della fila inferiore, in modo che le giunzioni non coincidano.

Una volta posati tutti i pannelli si procederà con la stesura di quadrati di nastro adesivo isovalentato su tutte le teste dei tasselli precedentemente pulite da ogni eventuale presenza estranea. Tale nastratura garantisce la perfetta sigillatura delle teste degli ancoraggi meccanici, impedendo infiltrazioni d'acqua. Per una ottimale adesione del nastro se ne consiglia l'applicazione a temperature comprese tra 15°C e 25°C e l'attesa di 12 ore prima di procedere alla fase successiva in modo da garantire il completo incollaggio della superficie. Il nastro verrà steso anche lungo tutto il perimetro di giunzione dei pannelli tramite una posa a sormonto, dalla linea di gronda al colmo, che garantisca il corretto deflusso dell'acqua.

Per ciò che riguarda la linea di colmo, occorrerà riempirla tramite schiuma poliuretana monocomponente e a bassa espansione e, una volta solidificata, si procede con la stesura del nastro isovalentato.

Dopo aver installato tutta la lattoneria, occorrerà applicare lungo la linea di gronda il profilo di ventilazione in lamiera stirata e zincata fissandolo con viti da legno sul dente d'arresto. Tale profilo terrà sollevato il manto di copertura quel tanto necessario a garantire la corretta ventilazione tra di esso e il pannello isolante. Sopra il profilo verrà collocato il parapasseri a pettine con viti autofilettanti.

A questo punto verranno posati i profili omega che sosterranno gli elementi in cotto della copertura. Tali profili dovranno essere posizionati con il passo adeguato necessario per le tegole soprastanti e con la freccia indicata su di essi rivolta verso il basso. L'ancoraggio di questi elementi dovrà avvenire tramite viti da legno in acciaio inox o comunque materiale anticorrosione, fissate in corrispondenza dei profili OSB/3 del pannello. Lungo la linea di colmo, assieme al profilo omega, verranno installati i portalistelli con il compito di sopraelevare il listello di supporto del colmo e garantire così la continuità della ventilazione.

Finitura

Il manto di copertura sarà in tegole marsigliesi adeguatamente ancorate ai sottostanti profili omega e al listello in legno del colmo. Le tegole saranno in parte in cotto e in parte fotovoltaico come meglio descritto nella relazione specialistica dedicata.

3.1.4 Isolamento del soffitto sotto terrazzo

La coibentazione del soffitto in questione dovrà essere tale da garantire che l'intero pacchetto solaio raggiunga un valore di trasmittanza inferiore a 0,22 W/m²K.

3.1.4.1 Materiale scelto

È previsto l'utilizzo del pannello tipo STIFERITE RP dello spessore di 10 + 1,25 cm.

Si tratta di un pannello sandwich costituito da un componente isolante in schiuma polyiso, espansa senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito con gas impermeabile multistrato con funzione di freno al vapore sul lato caldo a contatto della lastra in cartongesso e gas impermeabile multistrato sul lato esterno a contatto della superficie da isolare.

Le caratteristiche del pannello RP sono le seguenti:

- Dimensioni: 1200 x 3000 mm;
- Conducibilità Termica Dichiarata - λ_D [W/mK]: 0,022;
- Resistenza Termica Dichiarata - $RD = d/\lambda_D$ - [m²K/W]: 4,6;
- Reazione al fuoco (EN 13501-1, EN 11925-2, EN 13823): EUROCLASSE B s1 d0;
- Fattore di resistenza alla diffusione del vapore - μ (EN 12086): 89900;

- Massa volumica pannello - ρ [kg/m³] Valore medio comprensivo del peso dei rivestimenti: 35 \pm 1,5;
- Calore Specifico - C_p [J/kg° K] Valore medio: 1464;
- Percentuale in peso di materiale riciclato - [%]: 2,40-1,59;
- Dichiarazione Ambientale di Prodotto EPD verificata da Ente terzo ISO 14025 e EN 15804;
- Emissione di sostanza pericolose (UNI EN ISO 16000): Classe francese A+.

Modalità di posa

Prima di procedere alla posa del pacchetto isolante, sarà necessario rimuovere i corpi illuminanti e smontare tutti gli impianti che corrono lungo il soffitto in questione che potrebbero ostacolare la posa del coibente. Al termine delle lavorazioni si dovrà provvedere al successivo rimontaggio degli impianti che dovranno essere mantenuti. Le lampade vetuste potranno essere smaltite in discarica perché saranno oggetto di intervento di relamping come dettagliatamente descritto nella relazione specialistica dedicata.

A questo punto si procederà col tracciamento del perimetro del soffitto e la posa dei profili perimetrali.

Dopodiché si installeranno le sospensioni regolabili che avranno il compito di sostenere i traversi in alluminio. Prima della posa di questi ultimi occorrerà realizzare eventuali impianti presenti in origine. Quindi i traversi verranno ancorati ai profili perimetrali e alle sospensioni che poi verranno ripiegate della quantità che eccede rispetto ai traversi.

Stendere del silicone acrilico sui lati di pannelli, in corrispondenza del punto di incontro tra isolante e cartongesso, in modo da sigillare le giunzioni al passaggio del vapore acqueo.

Quindi procedere con il fissaggio dei pannelli tramite tassellatura ai traversi, avendo cura di posarli ortogonalmente a questi ultimi.

Infine si stuccheranno le giunture, tramite preventiva applicazione di rete autoadesiva portastucco.

Finitura

Dopo l'applicazione di un fondo di fissativo si procederà con la stesura di due mani di pittura della finitura richiesta.

3.1.5 Isolamento del pavimento della palestra

La coibentazione del pavimento della palestra dovrà essere tale da garantire che l'intero pacchetto solaio raggiunga un valore di trasmittanza inferiore a 0,26 W/m²K.

3.1.5.1 Materiale scelto

È previsto l'utilizzo del pannello tipo STIFERITE GT, per uno spessore di 10 cm.

Si tratta di un pannello sandwich costituito da un componente isolante in schiuma polyiso, espansa senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con lo speciale rivestimento Gas Tight triplo strato.

Le caratteristiche del pannello GT sono le seguenti:

- Dimensioni: 600 x 1200 mm;
- Conducibilità Termica Dichiarata - λ_D [W/mK]: 0,022;
- Resistenza Termica Dichiarata - $RD = d/\lambda_D$ - [m²K/W]: 4,55;
- Reazione al fuoco (EN 13501-1, EN 11925-2, EN 13823): EUROCLASSE F;

- Fattore di resistenza alla diffusione del vapore - μ (EN 12086): 148 ± 24 ;
- Massa volumica pannello - ρ [kg/m^3] Valore medio comprensivo del peso dei rivestimenti: $36 \pm 1,5$;
- Calore Specifico - C_p [$\text{J}/\text{kg}^\circ \text{K}$] Valore medio: 1453;
- Percentuale in peso di materiale riciclato - [%]: valore medio 2,02;
- Dichiarazione Ambientale di Prodotto EPD verificata da Ente terzo ISO 14025 e EN 15804;
- Emissione di sostanza pericolose (UNI EN ISO 16000): Classe francese A+.

3.1.5.2 Modalità di posa

Prima di procedere alla posa del pacchetto isolante, sarà necessario rimuovere le griglie copri termosifone e le attrezzature da palestra, accatastandole temporaneamente a lato del cantiere e demolire l'attuale pavimento in linoleum.

Una volta livellata e pulita la superficie di posa, verrà steso uno strato di guaina bituminosa con il compito di impedire la risalita di eventuale umidità dal terreno e il conseguente danneggiamento delle prestazioni dell'isolante. Occorrerà aver cura a risvoltare la guaina lungo le pareti per un'altezza di alcuni cm.

A questo punto si procederà con la posa del pannello isolante, sopra al quale verrà stesa la barriera al vapore, anch'essa risvoltata. Infine si installeranno le tubazioni del riscaldamento e sopra ad esse verrà realizzato un massetto in cls con il compito di protezione meccanica dell'impianto.

Finitura

La finitura sarà uguale a quella esistente e quindi consisterà in teli di pvc e relativo battiscopa.

3.2 Coibentazione involucro trasparente

3.2.1 Serramenti esterni

Per infissi si intendono quegli elementi che hanno la funzione principale di regolare il passaggio di cose e persone, sostanze liquide e/o gassose, tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra spazi dello stesso. Si dividono tra elementi fissi e quindi non apribili e serramenti dotati, cioè, di parti apribili; si dividono inoltre in base alla loro funzione, in porte, finestre e schermi.

La Direzione dei Lavori, per la loro accettazione, può richiedere dei campioni di fornitura per poterli controllare, oppure un attestato di conformità alla normativa vigente e a quanto prescritto nel progetto, in particolare per ciò che concerne le prestazioni di contenimento energetico.

I serramenti esterni dovranno essere posati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e agli agenti atmosferici, garantire e mantenere nel tempo le condizioni interne richieste dalla funzione specifica dell'edificio, in termini di energia termica, di acustica, luminosità e ventilazione.

Le caratteristiche generali richieste che dovranno essere indicate negli attestati di conformità sono:

- Caratteristiche dimensionali
- Tenuta all'acqua, all'aria e al vento
- Valori di luminosità e fattore solare
- Isolamento termico
- Potere fonoisolante.

Gli infissi impiegati dovranno essere caratterizzati da un valore di trasmittanza inferiore a $1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$.

3.2.1.1 Materiale scelto

Vetro

È previsto l'utilizzo di un serramento in alluminio taglio termico e triplo vetro, tipo linea Riviera Moderna, dell'azienda A.Ser.

Il vetro scelto è un triplo vetro basso emissivo "33.1plu 12argon 4 12argon 33.1plu" della Saint Gobain. Ciò significa che il pacchetto è composto da un vetro stratificato di sicurezza e antirumore 3+3, sia all'interno che all'esterno e due camere da 12 con gas argon interno separate da un vetro da 4. Tale tipologia integra il vetro acustico, con la presenza di gas isolante argon e il trattamento basso emissivo.

Il pacchetto si compone di vetri SGG Planiclear di tipo float con un basso contenuto di ferro e quindi più trasparenti rispetto a quelli tradizionali. Questo consente di innalzare il livello di Trasmissione Luminosa (LT) delle finestre, per favorire la luce naturale, con conseguente aumento del comfort e riduzione dell'uso della luce artificiale.

Questo vetro si combina con la tecnologia SGG Planitherm che permette di raggiungere trasmittanze più basse e di migliorare al contempo gli apporti solari per ridurre i costi di riscaldamento.

Infine l'intercalare PVB (PoliVinilButirrale) ha il compito di conferire sicurezza al vetro, in quanto, in caso di rottura l'aderenza tra il vetro e l'intercalare garantisce che i frammenti di vetro non si stacchino dall'insieme.

Le caratteristiche tecniche del vetro in questione sono le seguenti (EN410-2011):

- Spessore nominale: 40,8 mm;
- Peso: $40,8 \text{ kg/m}^2$;
- Dati relativi alla luminosità:
 - Trasmittanza: 70%;
 - Riflessione esterna: 15%;
 - Riflessione interna: 15%;
- Dati relativi all'energia:
 - Trasmittanza: 40%;
 - Riflessione esterna: 27%;
 - Riflessione interna: 27%;
 - Assorbimento A1: 24%;
 - Assorbimento A2: 3%;
 - Assorbimento A3: 6%;
 - Fattore Solare:
 - g: 0,48;
 - Coefficiente di Shading: 0,55
 - Trasmittanza Ug: $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Potere fonoisolante: $RW = 41 \text{ dB}$ secondo ISO 10140-3.

Profilo in alluminio

Il profilo estruso in lega di alluminio appartiene alla serie Riviera della ditta A.Ser. nella quale si possono scegliere due linee (Arrotondata e Moderna) dalle differenti caratteristiche estetiche ma entrambe in grado di garantire trasmittanze inferiori a 1,40 W/m²K, con una sezione di 68 cm.

In questi serramenti il taglio termico è determinato dal riempimento delle camere che si vengono a creare tra i due profilati in alluminio tramite una composizione schiumosa a cellula chiusa e ad alta espansione che, oltre a garantire un'alta resistenza meccanica nel tempo, permette di migliorare sensibilmente le caratteristiche di trasmittanza. In questo modo viene eliminata l'aria che circola all'interno del profilo e che determinava formazione di condensa e una maggiore dispersione termica.

Il profilo Riviera viene verniciato a polvere tramite una procedura certificata Qualicoat.

Non ultimo tali serramenti in alluminio offrono valori di isolamento acustico piuttosto elevati.

Le caratteristiche tecniche del profilo Riviera in questione sono le seguenti:

- Sezione telaio: 61 o 68 mm;
- Sezione ante: 68 mm;
- Estetica: complanare interno ed esterno oppure complanare esterno e sormonto interno;
- Spazio per vetro: 41 mm e fino a 51,5 mm con fermavetro;
- Tenuta aria/acqua/vento:
 - Permeabilità all'aria: classe 4;
 - Tenuta all'acqua: classe E1050;
 - Resistenza al carico di vento: classe C5;
- Trasmittanza termica:
 - Nodo telaio/anta: $U_f = 1,90 \text{ W/m}^2\text{K}$;
 - Nodo centrale: $U_f = 1,96 \text{ W/m}^2\text{K}$;
 - Isolamento termico mediante barrette in poliammide da 29 mm;
- Sistema di accessori a camera europea
- Sistema di tenuta a giunto aperto o doppia battuta.

Modalità di posa

La sostituzione dei serramenti avverrà mantenendo i vecchi telai. Quindi le fasi di installazione delle finestre saranno le seguenti.

Per prima cosa le ante andranno sollevate e sganciate dalle cerniere e queste ultime verranno tolte dal telaio. Una volta pulita accuratamente la superficie del vecchio telaio, si procederà con l'applicazione di quello nuovo. Prima però di procedere a tale operazione occorrerà fare una prova a secco di posizionamento, in modo da individuare i punti di fissaggio e operare eventuali correzioni.

A questo punto si procede con l'installazione effettiva del telaio, nel corso del quale si stenderà sul davanzale il sigillante, che dovrà essere adeguato al materiale del serramento e avere caratteristiche di elasticità, adesione e resistenza ad alte e basse temperature.

Quindi si agganceranno le ante alle cerniere precedentemente installate e si procederà con la regolazione della ferramenta: cerniere e nottolini di chiusura.

Infine tutti i vuoti che si sono venuti a creare intorno al serramento dovranno essere riempiti con schiuma poliuretana sigillante espandente, in modo tale da evitare fessure attraverso le quali si disperda il caldo e penetri il freddo.

3.3 Materiali edili impiegati

3.3.1 Acqua, calce, leganti idraulici, pozzolane, gesso

3.3.1.1 Acqua

L'acqua per l'impasto dei leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi, scevra da materie terrose, con contenuto in sali (particolarmente solfati e cloruri) tale da risultare non eccessivamente "dura" e/o aggressiva.

3.3.1.2 Calce

Le calce aeree ed idrauliche dovranno rispondere ai requisiti di accettazione vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori. La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente, perfetta ed uniforme cottura, non bruciata né vitrea né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità di acqua dolce necessaria all'estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, siliciose od altrimenti inerti.

3.3.1.3 Leganti idraulici

I cementi, da impiegare in qualsiasi lavoro, dovranno rispondere alle norme di accettazione di cui al D.M. 03.06.1968, in Gazzetta Ufficiale 17.07.1968, n°180, come modificato dal D.M. 20.11.1984, in Gazzetta Ufficiale 27.12.1984, n° 353 e ll.mm.ii. Essi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego. Pozzolane Le pozzolane saranno ricavate da strati mondici da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o da parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16.11.1939, n° 2230 e s.m.i..

3.3.1.4 Gesso

Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti e ben riparati dall'umidità.

3.3.2 Sabbia, ghiaia e pietre naturali

La sabbia, le ghiaie ed i pietrischi da impiegarsi nella formazione dei calcestruzzi dovranno essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili ed avere le qualità stabilite dai R.D. 16.11.1939, n° 2228 e n° 2229, nonché dal D.M. 27.07.1985, Allegato 1 e ll.mm.ii., per i leganti idraulici e per i conglomerati cementizi semplici od armati.

3.3.2.1 Sabbia

La sabbia per il confezionamento di malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose ed essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso uno staccio con maglie circolari del diametro di:

- mm. 2 per murature in genere;
- mm. 1 per gli intonaci, le murature di paramento od in pietra da taglio.

L'accettabilità della sabbia dal punto di vista del contenuto in materie organiche verrà definita con i criteri indicati nell'Allegato 1 del già citato D.M. 03.06.1968 e s.m.i., sui requisiti di accettazione dei cementi.

3.3.2.2 Ghiaia e pietrisco

Le ghiaie ed i pietrischi dovranno avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. In genere, indicativamente, gli elementi di essi dovranno essere tali da passare attraverso un vaglio a fori circolari del diametro di:

- cm 5 se si tratta di lavori correnti di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di – scarpe e simili;
- cm 4 se si tratta di volte di getto;
- cm 1 ÷ 3 se si tratta di cappe di volte o di lavori in cemento armato od a pareti sottili.

Gli elementi più piccoli delle ghiaie e dei pietrischi non devono passare in un vaglio a maglie rotonde di 1 cm. Di diametro, salvo quando vanno impiegati in cappe di volte od in lavori in cemento armato od a pareti sottili, nei quali casi sono ammessi anche elementi più piccoli. Tutti gli aggregati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno rispondere alle norme UNI 8520/1-2, ed. 1984- 86. Mentre gli aggregati leggeri saranno conformi alle norme UNI 7549/1-12, ed. 1976. La ghiaia ed il pietrisco per i piazzali e viali dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o a calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione ed al gelo, ed avranno spigolo vivo; inoltre dovranno essere scevri da materie terrose, sabbia e comunque materie eterogenee. Sono assolutamente da escludere le rocce marnose. Dovranno corrispondere alle norme di cui al Fascicolo n° 4 del C.N.R., ed. 1953.

3.3.2.3 Pietre naturali

Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro dovranno essere a grana compatta e monde da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, da screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; inoltre dovranno avere dimensioni adatte al loro particolare impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere soggette, ed avere una efficace adesività alle malte. Saranno assolutamente da escludere le pietre marnose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente. In particolare le caratteristiche delle pietre naturali da impiegare nella costruzione, in relazione alla natura della roccia prescelta, tenuto conto dell'impiego che si dovrà farne nell'opera da costruire, dovranno corrispondere alle norme di cui al R.D. 16.11.1939, n° 2232, nonché alle norme UNI 8458-83 e 9379-89, e, se del caso, alle norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali C.N.R., ed. 1954, e alle tabelle UNI 2719, ed. 1945.

Dovranno inoltre rispettare:

- massa volumica reale ed apparente, misurata secondo la norma UNI 9724, parte 2^a;
- coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma UNI 9724, parte 2^a;
- resistenza a compressione, misurata secondo la norma UNI 9724, parte 3^a;
- resistenza a flessione, misurata secondo la norma UNI 9724, parte 5^a;
- resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del RD 16 novembre 1939 n. 2234.

3.3.2.4 Marmo

Dovrà essere della migliore qualità, perfettamente sano, senza scaglie, brecce, vene, spacchi, nodi, peli ed altri difetti che ne infirmino la omogeneità e la solidità. Non saranno tollerate stuccature, tasselli, rotture, scheggiature.

3.3.3 Materiali additivi per calcestruzzi e malte

L'impiego degli additivi negli impasti dovrà essere sempre autorizzato dal Direttore dei Lavori, in conseguenza delle effettive necessità, relativamente alle esigenze della messa in opera, o della stagionatura, o della durabilità.

Dovranno essere conformi alle norme UNI 7101-72 e successive, e si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo; superfluidificanti.

Per speciali esigenze di impermeabilità del calcestruzzo, o per la messa in opera in ambienti particolarmente aggressivi, potrà essere ordinato dal Direttore dei Lavori l'impiego di additivi reoplastici.

Per conferire idrorepellenza alle superfici dei calcestruzzi o delle malte già messi in opera si potranno impiegare appositi prodotti.

3.3.4 Elementi di laterizio

I laterizi da impiegare per lavori di qualsiasi genere dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione di cui al R.D. 16.11.1939, n° 2233, ed alle norme UNI 8942/1- 3, ed. '86, laterizi per murature, nonché alle norme UNI 5967/67, per mattoni forati, e UNI 2619-44, 2620-44 per laterizi da copertura, UNI 2105, 2106 e 2107 per tavelle e tavelloni. Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (in laterizio o calcestruzzo) potranno essere costituiti da laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

3.3.4.1 Mattoni pieni e forati, volterrane e tavelloni

I mattoni pieni per uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza (salvo diverse proporzioni dipendenti dall'uso locale), di modello costante, e presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a kg/cm² 70. I mattoni forati, le volterrane ed i tavelloni dovranno pure presentare una resistenza alla compressione di almeno 16 kg/cm² di superficie totale premuta.

3.3.4.2 Tegole

Le tegole e coppi di laterizio per coperture ed i loro pezzi speciali si intendono denominate secondo le dizioni commerciali usuali (marsigliese, romana, ecc.). Tali prodotti devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza od a complemento, alle prescrizioni minime sotto riportate.

Sono ammessi difetti nei limiti seguenti:

- le fessure non devono essere visibili o rilevabili a percussione;
- le protuberanze e scagliature non devono avere diametro medio (tra dimensione massima e minima) > di mm 15 e non deve esserci più di n° 1 protuberanza; è ammessa a tale protuberanza solamente se di diametro medio compreso tra mm 7÷15 ogni 2 dm² di superficie proiettata;
- le sbavature non devono impedire un corretto assemblaggio.

Sono ammesse tolleranze sulle dimensioni nominali e forma geometrica nei limiti seguenti:

- lunghezza $\pm 3\%$;
- larghezza $\pm 3\%$ per tegole e $\pm 8\%$ per coppi.

È ammessa tolleranza del 15% sulla massa convenzionale.

La permeabilità deve permettere il formarsi della goccia sotto tegola ma non il suo distacco.

È richiesta una resistenza minima a flessione, per forza F singola, maggiore di 1000 N.

Sono richiesti i seguenti carichi minimi di rottura:

- per singolo valore della forza F, maggiore di 1000 N;
- per valore medio della forza F, maggiore di 1500 N.

Per i criteri di accettazione in caso di contestazione si farà riferimento alle norme UNI 8626 ed UNI 8635. I prodotti devono essere forniti su appositi pallets, legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possono degradarli nella fase di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Gli imballi, solitamente di materiale termoretraibile, devono contenere un foglio informativo riportante almeno il nome del fornitore e le indicazioni delle caratteristiche di cui sopra ed eventuali istruzioni complementari.

3.3.5 Materiali per pavimentazione

I materiali per pavimentazione, piastrelle di argilla, mattonelle e marmette di cemento, mattonelle greificate, lastre e quadrelli di marmo, mattonelle di asfalto, dovranno corrispondere alle norme di accettazione di cui al R.D. 16.11.1939, n° 2234 e s.m.i. ed alle norme UNI vigenti. Si prescrive tassativamente che per ogni locale o insieme di locali, a giudizio insindacabile del Direttore dei Lavori, gli elementi di pavimentazione dovranno essere di aspetto, colore, dimensioni, grado di ruvidezza e spessore assolutamente uniformi, e recare sul retro il marchio del produttore; ogni confezione dovrà inoltre riportare le indicazioni generali e le caratteristiche tecniche e commerciali del prodotto. Gli elementi dovranno essere sempre delle fabbriche più note, di 1ª scelta e, qualora il Direttore dei Lavori lo ordini per iscritto, potranno essere della 2ª scelta con l'applicazione di un coefficiente, al prezzo di quelle di prima, pari a 0,75. Qualora, in relazione al tipo di locale in cui dovranno essere poste, il Direttore dei Lavori lo richieda, potrà essere messo in opera anche materiale della 3ª scelta applicando un coefficiente pari a 0,55.

3.3.5.1 Pavimenti e rivestimenti in gomma, vinilici e/o linoleum

Dovranno rispondere alle norme vigenti, presentare superficie liscia priva di discontinuità, strisciature, macchie e screpolature. Salvo il caso di pavimentazione da sovrapporsi ad altre esistenti, gli spessori non dovranno essere inferiori a mm 2,5 con una tolleranza non superiore al 5%. Dovranno rispondere alle norme UNI 8298/1-16, ed. 1981-86. I prodotti di gomma per pavimentazioni sotto forma di piastrelle e rotoli devono rispondere alle prescrizioni date nel progetto e, in mancanza e/o a complemento, devono rispondere alle norme UNI 8272/1-11, ed. 1981-87 ed alle prescrizioni seguenti:

- essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista;
- avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura, in caso di contestazione deve risultare entro il contrasto dell'elemento n° 4 della scala dei grigi di cui alla UNI 5137. Per piastrelle di forniture diverse ed in caso di contestazione vale il contrasto dell'elenco n° 3 della scala dei grigi. Sulle dimensioni nominali ed ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:
- per piastrelle: lunghezza e larghezza $\pm 0,3\%$; spessore mm 0,2;
- per rotoli: lunghezza $\pm 1\%$, larghezza $\pm 0,3\%$, spessore mm 0,2;
- per piastrelle e rotoli: la distanza tra il bordo delle piastrelle e la semiretta uscente dell'angolo non deve essere maggiore di 0,12 L/100 (dove "L" è la distanza dall'origine).

Inoltre:

- la durezza deve essere compresa tra 75 a 85 punti di durezza Shore A;
- la resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di mm 300;
- la stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per le piastrelle e dello 0,4% per i rotoli;

- la classe di reazione al fuoco deve essere, al minimo, la 1a secondo il D.P.R. 26.06.1984 e s.m.i., Allegato A3.1;
- la resistenza alla bruciatura da sigaretta, intesa come alterazione di colore prodotta dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale o minore al n° 2 della scala dei grigi di cui alla norma UNI 5137; inoltre non sono ammessi affioramenti o rigonfiamenti;
- il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore non maggiore di quello dell'elemento n° 3 della scala dei grigi di cui alla UNI 5137. Per i prodotti neri il contrasto di colore non deve essere maggiore dell'elemento n° 2.

Il controllo delle suddette caratteristiche si intende effettuato secondo i criteri generali sopra indicati utilizzando la norma UNI 8272. I prodotti dovranno essere forniti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Il foglio di accompagnamento dovrà contenere oltre al nome del fornitore le informazioni di cui ai commi precedenti. I materiali vinilici dovranno avere peso a m² non inferiore a kg 1,20 per mm di spessore. Tagliando i campioni a 45° nello spessore, la superficie del taglio dovrà risultare uniforme e compatta, dovrà essere perfetto il collegamento fra i vari strati. Un pezzo di forma quadrata di m 0,20 di lato dovrà potersi curvare col preparato in fuori sopra un cilindro del diametro di 10x(s+1) millimetri; dove "s" rappresenta lo spessore in millimetri senza che si formino fenditure e screpolature. I prodotti di vinile, omogenei e non ed i tipi eventualmente caricati devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

- UNI 5573, per le piastrelle di vinile;
- UNI 7071, per le piastrelle di vinile omogeneo;
- UNI 7072, per le piastrelle di vinile non omogeneo.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Il foglio di accompagnamento indicherà le caratteristiche di cui alle norme UNI citate.

3.3.6 Prodotti per impermeabilizzazione

Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli, anche parziali, su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

3.3.6.1 Membrane

Le membrane per coperture di edifici, in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.), devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamento alle seguenti prescrizioni. Gli strati funzionali si intendono definiti come riportato nella norma UNI 8178. Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore, devono rispondere alla norma UNI 9380, oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione Lavori per quanto riguarda:

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione;
- flessibilità a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;

- resistenza a trazione ed impermeabilità all'aria delle giunzioni.

Le membrane rispondenti alle varie parti della norma UNI 8629 per le caratteristiche predette sono valide anche per questo impiego. Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di equalizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante, devono rispondere alla UNI 9268, oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione Lavori per quanto riguarda:

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;
- invecchiamento termico in acqua.

Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche predette sono valide anche per questo impiego. Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria, devono rispondere alla norma UNI 9168, oppure per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione Lavori per quanto riguarda:

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione ed alla lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- resistenza a trazione ed impermeabilità all'aria delle giunzioni.

Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche predette sono valide anche per questo impiego. Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua, devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti), oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione Lavori per quanto riguarda:

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria ed acqua;
- resistenza all'ozono, solo per polimeriche e plastomeriche;
- resistenza ad azioni combinate, solo per polimeriche e plastomeriche;
- resistenza a trazione ed impermeabilità all'aria delle giunzioni.

Le membrane destinate a formare strati di protezione, devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti), oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione Lavori per quanto riguarda:

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionali a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo, esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR;
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- resistenza delle giunzioni alla trazione.

L'autoprotezione minerale dovrà resistere all'azione di distacco.

3.3.7 Sigillanti e adesivi

Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli, anche parziali, su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UN 17.1.

3.3.7.1 Sigillanti

Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua ecc. Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle suddette prescrizioni si intende comprovato quanto il prodotto risponde al progetto od alle norme UNI e/o è in possesso di attestati di conformità, in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione Lavori.

3.3.7.2 Adesivi

Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso. Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di

pavimenti e pareti o per altri usi e per i diversi supporti (murario, ferroso, legnoso, ecc.). Sono invece esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti. Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale essi sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.
- Il soddisfacimento delle suddette prescrizioni si intende comprovato quanto il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione Lavori.

3.3.8 Prodotti per rivestimenti

3.3.8.1 Intonaci

Gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituite da un legante (calce-cemento-gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) ed eventualmente da pigmenti o terre colorante, additivi e rinforzanti. Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto e le caratteristiche seguenti:

- capacità di riempimento delle cavità ed equalizzazione delle superfici;
- reazione al fuoco e/o resistenza all'incendio adeguata;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto e caratteristiche meccaniche.

Per i prodotti forniti premiscelati la rispondenza a norme UNI è sinonimo di conformità alle prescrizioni predette, per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione Lavori.

3.3.8.2 Prodotti vernicianti

I prodotti vernicianti sono realizzati con prodotti applicati allo stato fluido costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie. Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da mm 1÷5), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;

- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi UV.;
- ridurre il passaggio della CO₂;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco, quando richiesto;
- avere funzione passivante del ferro, quanto richiesto;
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti, ecc.);
- resistenza all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto o in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione Lavori. I dati si intendono presentati secondo le UNI 8757 e UNI 8759 ed i metodi di prova sono quelli definiti nelle norme UNI.

3.3.9 Cartongesso

I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza alle prescrizioni seguenti:

- spessore conforme a quanto dichiarato, con tolleranza di $\pm 0,5$ mm;
- lunghezza e larghezza conformi a quanto dichiarato, con tolleranza di ± 2 mm;
- resistenza all'impronta, all'urto ed alle sollecitazioni localizzate nei punti di fissaggio;
- basso assorbimento d'acqua e/o bassa permeabilità al vapore;
- resistenza all'incendio;
- isolamento acustico.

Inoltre dovranno essere adeguati all'impiego ed alla destinazione d'uso in funzione della quale potranno essere richiesti prodotti con barriera al vapore. I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto ed in loro mancanza quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione Lavori.

4 Impianti tecnologici

Il presente capitolo riferisce in merito alle specifiche prestazionali richieste per la realizzazione degli impianti tecnologici (meccanici ed elettrici). Sono quindi da comprendere:

- la riqualificazione integrale dell'impianto termico di riscaldamento comprensivo dei sottosistemi di produzione, regolazione, distribuzione ed emissione; sono da comprendere tutte le opere necessarie per ricollegare lo scambiatore di calore e le relative pompe di ricircolo per la produzione di acqua calda sanitaria, l'autoclave per l'acqua fredda, nonché l'alimentazione dell'edificio adiacente allacciato alla medesima centrale termica;
- il relamping integrale della struttura con sostituzione di tutte le armature con moderni corpi a led;
- l'installazione di un impianto fotovoltaico avente potenza elettrica di circa 19,65 kWp;
- l'implementazione di sistemi di misura per il monitoraggio delle prestazioni energetiche dell'edificio riqualificato.

4.1 Interventi sull'impianto termico

Descrizione dell'intervento

Nel presente paragrafo vengono descritti gli interventi che dovranno essere eseguiti a livello impiantistico che si basano, fondamentalmente, nella riqualificazione integrale dell'impianto di riscaldamento e di produzione di acqua calda sanitaria.

L'intervento prevede:

- la riqualificazione della centrale termica con realizzazione di un impianto ibrido a biomassa/gas metano; grazie al generatore a biomassa verrà coperto il carico termico di base, ottimizzando il rendimento della caldaia che opererà utilmente ad un carico elevato e limitando così l'intervento del generatore tradizionale per i picchi di richiesta o per eventuali disservizi dell'impianto primario. Il gas metano alimenterà un generatore di calore a condensazione di tipo modulare in grado di seguire il carico con continuità dal 15% al 100% a totale vantaggio del rendimento medio stagionale. La potenzialità del generatore a combustibile fossile è stata comunque individuata in modo tale da coprire l'intero fabbisogno termico in modo da garantire massima affidabilità al sistema;
- realizzazione di nuovo sistema di riscaldamento a pavimento radiante per la palestra; la soluzione consente di eliminare i corpi scaldanti tradizionali, poco adatti alla destinazione d'uso del locale, la cui resa è penalizzata dalle griglie di protezione ed adottare un sistema radiante a bassa inerzia termica, grazie al disaccoppiamento mediante isolamento termico, con la struttura del solaio. L'impiego di una soluzione radiante consente di massimizzare la temperatura media radiante del locale garantendo la medesima condizione di comfort anche con temperature medie dell'aria ambiente inferiori, a vantaggio del risparmio energetico. E' prevista l'alimentazione del nuovo circuito radiante mediante linea dedicata staccata dalla centrale termica e dotata di sistema di termoregolazione e pompaggio indipendente. Tale soluzione consente anche la programmazione del sistema in modo autonomo dagli altri locali.
- realizzazione di nuovo impianto di riscaldamento a radiatori per il riscaldamento dei laboratori e degli altri locali di supporto; è compreso il rifacimento integrale della rete di distribuzione ai terminali con montante comune e anelli di distribuzione ai piani. Grazie a questa soluzione si potrà implementare un sistema di termoregolazione con valvole termostatiche che consentiranno di gestire ogni laboratorio come zona termica indipendente. Così facendo si garantirà massima flessibilità di utilizzo della struttura e elevato risparmio energetico. I terminali saranno dimensionati in modo da poter operare a bassa temperatura in modo da ridurre

la dispersione della rete, comunque coibentata nel rispetto di quanto previsto con il DPR 412/93 e massimizzare la resa delle caldaie a condensazione, sensibili alla temperatura di ritorno del fluido termovettore. Le coppelle isolanti delle tubazioni correnti a vista all'interno degli ambienti riscaldati dovranno obbligatoriamente avere una finitura esterna di colore bianco, in modo da garantire una buona integrazione con la finitura interna dei locali. Tale prescrizione non potrà generare aggravio economico e dovrà quindi essere compresa nella voce di prezzo.

La caldaia a biomassa coprirà il carico fino ad una potenza termica massima utile di circa 100 kW, mentre il generatore a condensazione avrà una potenza massima utile di circa 200 kW, coprendo il fabbisogno di punta e garantendo l'assoluto backup. Rispetto all'attuale impianto, il nuovo sistema disporrà pertanto di una potenza dimezzata a dimostrazione dell'importante risultato raggiunto sull'involucro.

Il progetto prevede l'installazione di una nuova caldaia a legna automatica per la combustione di pellets o cippato. Il nuovo vano tecnico rappresentato negli elaborati grafici avrà misure esterne in pianta pari a circa 10,0 m x 5,0 m e sarà alto 3,0 m. L'elemento prefabbricato conterrà all'interno sia la centrale a biomassa vera e propria, sia il deposito di stoccaggio del combustibile. Quest'ultimo sarà dotato di apertura sulla parte superiore per consentire l'introduzione del combustibile mediante big bag.

Nella riqualificazione sono da comprendere il rifacimento dell'impianto elettrico all'interno dell'attuale centrale termica e la realizzazione dell'impianto elettrico della centrale a biomassa, compreso il quadro di potenza e di termoregolazione, nonché gli interruttori di emergenza richiesti per le Norme tecniche VVF.

4.2 Sostituzione dei corpi illuminanti

Si prevede la sostituzione di tutti i corpi illuminanti con nuove armature/lampade a led, caratterizzate da un consumo energetico ridotto.

In particolare il progetto prevede per l'intero edificio la fornitura e posa di:

- n° 61 plafoniere integrate LED in sostituzione delle lampade a tubi fluorescenti 2x36W, tipo Ideallux, modello BB TECK, potenza 43W, 7260 lm, IP40, (codice BBT44N01);
- n° 10 plafoniere stagne in policarbonato integrate LED in sostituzione alle lampade a tubi fluorescenti 1x18W, tipo Ideallux, potenza 10W, 1350 lm, IP67, (codice INSP10N);
- n° 1 plafoniera stagna in policarbonato integrata LED in sostituzione alla lampada a tubi fluorescenti 2x18W, tipo Ideallux, potenza 20W, 2700 lm, IP67, (codice INSP20N);
- n° 8 proiettori industriali a parete a LED in sostituzione dei proiettori alogeni, tipo Ideallux, modello GURU AS, potenza 99W, 11160 lm, IP 65, (codice KGU10ASN08);
- n° 6 LED Panel 60x60 con cornice bianca, in luogo delle plafoniere a parete, tipo Disano, potenza 33W, 3200 lm, 4000K, CRI 80, IP40, (codice 22184371-00).

Nell'attività sarà compresa la fornitura e posa in opera dei nuovi corpi illuminanti, lo smaltimento dei vecchi, il collegamento e le modifiche del caso all'impianto elettrico, nonché la prima accensione.

4.3 Impianto solare fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico da realizzarsi sulla copertura è un impianto di tipo GRID- Connected, cioè un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare direttamente connesso alla rete elettrica dell'Ente Distributore. L'impianto avrà una potenza nominale (o di picco) pari a 19,65 kWp.

Il sistema è costituito da n. 59 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino aventi, ciascuno, una potenza massima (o di picco) pari a 333 Wp.

I moduli fotovoltaici sono sottesi a due distinti inverter, costituendo di fatto tre diversi generatori; in particolare:

- n°1 Inverter 1: 12.5 k con Stringa 1 SUD costituita da 27 Moduli – Stringa 2 EST costituita da 17 Moduli;
- n°1 Inverter 2: 4k con Stringa OVEST costituita da 15 Moduli.

I 59 moduli fotovoltaici, costituiranno, nell'insieme, un unico generatore fotovoltaico di potenza complessiva 19.65 kWp.

4.4 Sistema di monitoraggio dei consumi

Descrizione dell'intervento

A completamento degli interventi di efficientamento energetico si prevede la realizzazione di un sistema di monitoraggio dei consumi. In particolare sono già oggi disponibili:

- un contatore del gas metano messo in opera dal fornitore del servizio;
- un contatore elettrico messo in opera dal fornitore del servizio.

Le forniture sono comuni ai due edifici e il gas viene in entrambi i casi utilizzato sia per il riscaldamento che per la produzione di acqua calda sanitaria. Si prevede così di:

- installare in centrale termica un contatermie per la misura dell'energia termica impiegata per il riscaldamento dell'edificio oggetto di intervento;
- installare in centrale termica un contatermie per la misura dell'energia termica impiegata per la produzione di acqua calda sanitaria dell'edificio oggetto di intervento.

Sul quadro elettrico generale, all'ingresso dell'edificio oggetto di intervento si installerà inoltre un multimetro che consentirà l'acquisizione dei consumi elettrici.

Gli inverter dell'impianto fotovoltaico saranno collegati ad apposito datalogger che consentirà l'acquisizione in tempo reale e la storicizzazione dei valori di produzione dell'impianto stesso in modo da verificarne le prestazioni. Il sistema acquisirà anche i dati climatici compresa la radiazione solare in modo da poter controllare nel tempo le prestazioni.

4.5 Inclusioni ed esclusioni

Anche quando non espressamente specificato, gli impianti devono essere dotati dei necessari dispositivi per una esecuzione a regola d'arte, quali ad esempio sistemi di espansione, sfiati, scarichi, dilatazioni, organi antivibranti, sigillature non propaganti l'incendio specie negli attraversamenti di compartimentazione, ecc.

Il montaggio degli impianti meccanici descritti nella presente specifica dovrà essere fatto rispettando un costante coordinamento con le opere edili al fine di ottenere sia una buona integrazione generale salvaguardando la funzionalità sia un buon risultato estetico.

Le assistenze murarie (tracce per incasso delle tubazioni, manovalanza in aiuto per il trasporto delle apparecchiature al piano di posa, trabattelli, ponteggi, eventuali smontaggi e rimontaggi di controsoffitti) sono da ritenersi comprese nelle opere meccaniche.

La realizzazione dell'alimentazione elettrica di forza motrice pompa, ventilatore o altro motore è inclusa negli impianti meccanici, essendo inserita nel computo.

I collegamenti ai regolatori ed agli elementi in campo, quali valvole a tre vie motorizzate, sonde, ecc., sono previsti negli impianti meccanici.

I quadri di contenimento delle unità periferiche sono inclusi negli impianti meccanici.

Sono inclusi lo scarico degli automezzi e relativo immagazzinamento di tutto il materiale occorrente alla realizzazione delle opere, l'esecuzione dei collaudi funzionali secondo lo standard di riferimento.

Sono inclusi i componenti e gli accessori necessari a completare in opera la fornitura e l'installazione dell'impianto in accordo alla normativa di riferimento, anche se non espressamente citati.

Sono incluse le eventuali piattaforme di elevazione, ponteggi e le piccole opere civili limitatamente all'attraversamento delle pareti e/o dei soffitti, con ricoprimento finale e gli eventuali staffaggi.

4.6 Criteri di valutazione per opere a misura

4.6.1 Tubazioni

4.6.1.1 Tubazioni in acciaio

La misura del peso delle tubazioni viene effettuata come lunghezza/peso teorica (ottenuta dallo sviluppo lineare delle tubazioni misurato sull'asse delle stesse) incrementato del 20% per tenere conto di materiali di consumo, materiali di saldatura, sfridi, pezzi speciali, punti fissi, sfiati, scarichi, staffaggi e di quant'altro necessario per dare l'opera compiuta.

4.6.1.2 Tubazioni scarichi

La misura della lunghezza delle tubazioni viene effettuata sul percorso lineare, intendendo compresa nel prezzo della tubazione stessa l'incidenza di curve, sifoni, braghe, pezzi speciali in genere, giunti, staffe e sostegni, materiali di uso e consumo e di quant'altro necessario per dare l'opera compiuta.

4.6.1.3 Verniciature

La misura della superficie di verniciatura per le tubazioni in acciaio nero e per i loro staffaggi viene effettuata come lunghezza teorica (ottenuta dallo sviluppo lineare delle tubazioni misurato sull'asse delle stesse) incrementato della percentuale del 20% per tenere conto di materiali di consumo, pezzi speciali, staffaggi, e di quant'altro necessario per dare l'opera compiuta.

4.6.1.4 Isolamenti

Isolamento tubazioni con coppelle

La misura della superficie per l'isolamento con coppelle viene effettuata come lunghezza teorica esterna dell'isolamento (ottenuta dallo sviluppo lineare delle tubazioni misurato sull'asse delle stesse) incrementato della percentuale del 10% per tenere conto di materiali di consumo, sfridi, curve, pezzi speciali e di quant'altro necessario per dare l'opera compiuta. Gli spessori di isolante devono essere quelli prescritti nel DPR412/93 all'allegato B. A computo si è tenuto conto degli spessori previsti dalla legge tenendo conto dell'eventuale sovrapposizione delle guaine.

4.7 Prescrizioni tecniche generali e particolari

4.7.1 Disegni esecutivi di cantiere (shop drawings)

I disegni allegati sono parte integrante della presente specifica tecnica e viceversa; i particolari indicati sui disegni ma non menzionati nella specifica e viceversa, devono essere eseguiti come se fossero menzionati nella specifica stessa ed indicati sui disegni.

Ai tracciati delle tubazioni e dei canali, dovranno essere apportate le necessarie modifiche per evitare strutture, travi, ecc. senza ulteriore addebito alla Stazione Appaltante.

I disegni esecutivi di progetto dovranno essere sempre integrati e/o sostituiti, quando necessario, dai disegni costruttivi di cantiere (shop-drawings).

Prima dell'inizio lavori i disegni costruttivi dovranno essere approvati dalla Stazione Appaltante.

4.7.2 Autorizzazione all'esecuzione

Premesso che tutti gli allegati sono parte integrante della presente specifica, per cui tutto ciò che in essi è contenuto deve essere comunque realizzato, l'Appaltatore prima di eseguire qualunque lavoro dovrà sottoporre alla STAZIONE APPALTANTE, per ottenere dalla stessa il benestare all'esecuzione, i disegni costruttivi completi di tutti i dettagli di installazione con le soluzioni che si intendono adottare nelle diverse situazioni e la relazione comprensiva di tutti i calcoli che possono servire per poter verificare la validità delle soluzioni e dei dimensionamenti previsti.

In ogni caso il BENESTARE o l'APPROVAZIONE da parte della STAZIONE APPALTANTE, non solleva l'Appaltatore da alcuna responsabilità o altre lacune che in sede di collaudo venissero riscontrate.

4.7.3 Norme, decreti, disposizioni di legge e regolamenti

4.7.3.1 Generale

Gli impianti devono essere 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.

In particolare dovranno essere osservate le seguenti leggi, regolamenti e norme:

Capitolato e regolamento per la contabilità dello Stato di cui al R.D. n. 350 del 25.05.1895;

Contratti di lavoro, previdenze contributive e sicurezza del lavoro.

Norme generali per l'igiene del lavoro D.P.R. n. 303 del 19.3.56;

Norme sulla sicurezza del lavoro D.P.R. n. 547 del 27.4.55, D.P.R. n. 164 del 7.1.56 e D.P.R. n. 302 del 19.3.56;

D.Lgs. n. 81 del 9.04.2008 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n°123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

D.M. n°37 del 22.01.2008 "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".

Legge 13.09.1982 n. 646, D.L. 06.09.1982 n. 629, convertito con modifiche di Legge 12.10.1982 n. 226, Legge 23.12.1982 n. 936.

Norme e tabelle UNI per i materiali unificati, gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, modalità di esecuzione e collaudi.

Norma UNI 8863 "Tubi senza saldatura e saldati di acciaio non legato, filettabili secondo UNI-ISO 7/1" (sostituisce UNI 3824-4148.4149).

Norme e richieste particolari da parte degli Enti preposti quali: Vigili del Fuoco, U.S.S.L., ISPESL, Autorità Comunali, ecc.

D.P.C.M. del 1.3.91 "limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".

Norma UNI 8199 "Misura in opera e valutazione del rumore prodotto negli ambienti dagli impianti".

Legge nr. 615 del 13.01.1966 recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico e relativi regolamenti per l'esecuzione di cui al D.P.R. nr. 1288 del 24.10.1967 e D.P.R. nr. 1391 del 22.12.1970; Legge 447/95 "Legge quadro sull'inquinamento acustico".

D.P.C.M. del 14.11.97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

4.7.3.2 Impianti di riscaldamento

Circolare del Ministero dell'Interno n. 103 del 27.10.1964 e successiva n. 40 del 28.05.1964 relativa alle "Norme di sicurezza da applicarsi nella progettazione, installazione ed esercizio di centrali termiche ad olio combustibile, gasolio e metano".

Legge 16.01.91 n. 10 (Ex Legge 30.04.1976 nr. 373) e regolamenti di esecuzione di cui al D.P.R. 28.06.1977 n. 1052 e D.M. 10.03.1977 e successivo D.P.R. 412/93: "Norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia" aggiornata al D.Lgs. 192/05 e 311/06.

Norma UNI 7357-74 - Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici.

Norme UNI 10344-10345-10346-10347-10348-10349-10350-10351 (metodi di calcolo per il riscaldamento ed il raffrescamento degli edifici).

Norma UNI 5104 del 1.63 "Impianti di condizionamento dell'aria: norme per l'ordinazione, l'offerta ed il collaudo".

Norma UNI 5364-76 - "Impianti di riscaldamento ad acqua calda: norme per l'ordinazione, l'offerta ed il collaudo".

Norme per la sorveglianza da parte dell'ISPESL (ex ANCC) per il controllo della combustione, di cui al regolamento esecutivo della legge 09.07.1926 n. 1331 e successive modificazioni ed integrazioni.

Legge 12.4.1996, n. 74, recante norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile.

D.M. 1.12.1975 e successivi aggiornamenti "Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione".

Norme C.T.I. (Comitato Termotecnico Italiano).

Normative tecniche contenute nella normativa ASHRAE per le tecniche costruttive dei canali dell'aria.

4.7.3.3 Impianti elettrici

CEI - UNEL per i collegamenti e gli impianti elettrici.

Marchio di qualità (I.M.Q.) per tutto il materiale elettrico.

ASL.

4.7.3.4 Prescrizioni particolari

Il rispetto delle norme sopra indicate è inteso nel senso più restrittivo, cioè non solo la realizzazione dell'impianto, ma altresì ogni singolo componente dell'impianto stesso sarà rispondente alle norme richiamate nella presente specifica ed alla normativa specifica di ogni settore merceologico.

In caso di emissione di nuove normative l'Appaltatore è tenuto a comunicarlo immediatamente alla Stazione Appaltante, dovrà adeguarvisi, ed il costo supplementare verrà riconosciuto se la data di emissione della norma risulterà posteriore alla data dell'Appalto.

Per quanto concerne le prescrizioni riposte nella presente specifica, esse dovranno essere rispettate anche qualora siano previsti dei dimensionamenti in misura eccedenti i limiti minimi consentiti dalle norme.

Priorità dei documenti tecnici

In caso di conflitto tra le prescrizioni contenute nei diversi documenti tecnici facente parte o citati nella presente specifica, l'ordine di priorità sarà il seguente:

1°) la Legislazione della Repubblica

2°) le NORME tecniche

3°) la presente specifica ed i disegni allegati alla specifica

Documentazione di progetto ed approvazioni

Documentazione di progetto della stazione appaltante

Essa è costituita da tutte le documentazioni contenute nel presente Capitolato; l'Appaltatore dovrà controllarla in tutte le sue parti verificandone la congruità e la completezza, assumendone la completa responsabilità, con dichiarazione scritta in sede di offerta, assorbendone quindi tutti gli oneri, omissioni e quant'altro non conforme alle norme e/o alle prescrizioni particolari di Enti preposti, per competenza, ad avere giurisdizione sugli impianti oggetto del presente Appalto.

4.7.4 Documentazione di progetto dell'appaltatore

L'Appaltatore dovrà fornire tutta la documentazione già fornita dalla Stazione Appaltante, opportunamente revisionata secondo le esigenze esecutive, i complementi, le integrazioni e gli aggiornamenti necessari.

L'Appaltatore dovrà produrre una relazione comprensiva di tutti i calcoli che possono servire per poter verificare la validità delle soluzioni e dei dimensionamenti previsti.

Detta relazione dovrà comprendere, a puro scopo indicativo e comunque non limitativo, i seguenti calcoli:

- verifica dei carichi presunti
- verifica del dimensionamento delle tubazioni
- verifica della taglia delle apparecchiature previste nelle centrali

Inoltre è fatto obbligo all'Appaltatore di produrre tutta quella documentazione che si renderà necessaria per l'esecuzione degli impianti oggetto della presente specifica od alla definizione delle interfaccia e/o interferenze con altri impianti o opere eseguite da altri Appaltatori.

4.7.4.1 Documentazione finale

Alla fine dei lavori e comunque prima del collaudo provvisorio, l'Appaltatore dovrà consegnare tutta la documentazione di progetto aggiornata sulla base di quanto effettivamente installato come di seguito precisato.

Tutta la documentazione deve essere raccolta in un manuale di istruzione, per permettere al personale che non conosce gli impianti di operare correttamente su di essi ed eseguirne la manutenzione.

Il manuale deve presentarsi come segue:

- a) Descrizione degli impianti nella quale devono essere illustrate le caratteristiche tecniche ed i vari componenti, accompagnata da tutti i documenti di progetto;
- b) Modalità di utilizzazione degli impianti facendo riferimento agli schemi ed ai disegni planimetrici;
- c) Procedure per eseguire le prove e la taratura dei componenti sia durante l'esercizio degli impianti, sia durante i controlli periodici;
- d) Elenco dei costruttori delle apparecchiature principali e dei componenti più significativi;
- e) Istruzioni di manutenzione suddivise in:
 - e1) Istruzione di manutenzione preventive, nelle quali devono essere indicati i programmi, le ispezioni periodiche richieste (lubrificazione, sostituzione di componenti, ecc.);
 - e2) Istruzioni di riparazione o messa a punto, nelle quali devono essere indicate le istruzioni per la localizzazione dei guasti e le procedure per rimuovere e sostituire i componenti.

Il "Manuale d'istruzione", eventualmente suddiviso in diversi fascicoli, deve avere copertine robuste e di tipo che consenta l'inserzione e l'asportazione dei documenti senza dover disfare i fascicoli stessi.

Ogni fascicolo deve indicare in copertina quanto segue:

- il nome del Cliente;
- la località dell'impianto;
- il nome dell'impianto;
- il titolo dell'argomento a cui si riferisce il manuale ed il fascicolo in particolare;
- il numero d'ordine del contratto d'appalto;
- Il nome dell'Appaltatore.

4.7.5 Verifiche e prove preliminari degli impianti

4.7.5.1 Generale

Durante l'esecuzione delle opere devono essere eseguite tutte le verifiche quantitative, qualitative e funzionali, in modo che esse risultino complete prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.

Tutte le verifiche e prove dovranno essere programmate ed eseguite nei giorni concordati con la Stazione Appaltante ed alla presenza dei rappresentanti della Stazione Appaltante stessa.

Il materiale, le apparecchiature ed il personale per tutte le prove sopra elencate sono a carico dell'Appaltatore.

4.7.5.2 Impianti di riscaldamento

Durante l'esecuzione dei lavori dovranno essere effettuate in particolare le seguenti prove:

- prova di tutte le tubazioni, prima della chiusura delle tracce, ad una pressione non inferiore a due volte quella massima di esercizio.
- prova idraulica a freddo, a rete ultimata: la prova idraulica a freddo avviene ad una pressione di 300 kPa superiore alla normale pressione di esercizio, mantenendo tale pressione per almeno 12 ore, onde accertarsi della perfetta tenuta delle giunzioni. Si riterrà positiva la prova quando non si verifichino fughe e deformazioni permanenti.
- prove preliminari di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi scaldanti, dopo che sia stata eseguita la prova di cui alla lettera b).

La prova preliminare di tenuta a caldo e di dilatazione avviene portando la temperatura al valore massimo di progetto e mantenendola tale per tutto il tempo occorrente ad una accurata ispezione dell'intera rete di distribuzione dei circuiti di centrale.

Il controllo avrà inizio quando il complesso degli impianti avrà raggiunto lo stato di regime della temperatura indicata. Il risultato della prova è favorevole solo quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti ed i vasi di espansione siano tali da contenere con largo margine di sicurezza le variazioni del volume dell'acqua dell'impianto.

La prova preliminare di circolazione dell'acqua calda si effettua portando la temperatura dell'acqua, in partenza dai collettori, alla temperatura di progetto. Si riterrà positivo l'esito della prova quando tutti i corpi scaldanti avranno l'acqua in arrivo alla dovuta temperatura, quantità e pressione.

Durante l'esecuzione dei lavori saranno anche eseguite tutte le prove e verifiche che la Stazione Appaltante riterrà necessarie, al fine di accertare il perfetto funzionamento dei materiali impiegati alle prescrizioni contrattuali.

A lavori eseguiti dovranno poi essere effettuati in particolare i seguenti controlli:

a) controllo delle distribuzioni dell'acqua calda.

Consisterà in:

- controllo visivo che gli organi di intercettazione e di regolazione siano accessibili;
- controllo che siano state correttamente eseguite le procedure di pulitura e sgrassaggio delle tubazioni;
- controllo del riempimento e della pressurizzazione dei sistemi di espansione.

b) controllo dei dispositivi di sicurezza.

c) controllo dei motori elettrici e dei mezzi di trasmissione meccanica.

d) controllo delle lubrificazioni.

Per le parti soggette ai regolamenti vigenti: INAIL (ex ISPESL), Ispettorato del Lavoro ecc., l'Appaltatore dovrà provvedere a fare eseguire tutte le prove e verifiche necessarie al fine di ottenere l'autorizzazione al regolare esercizio.

Tutte le prove di cui sopra dovranno essere eseguite in contraddittorio con la Stazione Appaltante, e di ognuna sarà redatto apposito verbale.

Si intende che, nonostante l'esito favorevole delle verifiche e prove preliminari suddette, l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze che abbiano a riscontrarsi in seguito, anche dopo il collaudo e fino al termine del periodo di garanzia.

4.7.5.3 Centrale termica

I componenti soggetti alla normativa INAIL (ex ISPESL) e CEI saranno conformi alle richieste ed ai certificati.

Per quello che riguarda la centrale termica le prove preliminari devono essere eseguite sulle varie apparecchiature consistono in:

- Generatore di acqua calda a gas metano:
 - il funzionamento del generatore deve risultare regolare; l'avviamento deve essere solo manuale mentre il funzionamento normale è in automatico.
 - le tarature del bruciatore devono essere effettuate con alimentazione a gas metano.
- Generatore di acqua calda a biomassa:
 - il funzionamento del generatore deve risultare regolare; l'avviamento deve essere solo manuale mentre il funzionamento normale è in automatico.
 - le tarature del bruciatore devono essere effettuate con alimentazione a cippato.
- Pompe:
 - deve essere verificato con le curve caratteristiche il corretto funzionamento in assetto normale dell'assorbimento e quindi di portata. Il rendimento deve essere compreso nel 5% dal rendimento massimo.
- Sistema automazione:
 - gli elementi in campo installati devono essere coerenti con quanto previsto.
 - il software deve contenere quanto necessario al funzionamento degli impianti.
 - tutti gli stati/allarmi/comandi devono essere verificati e deve essere riscontrata la corrispondenza causa/effetto.

4.7.5.4 Collaudi

Impianti di riscaldamento, raffrescamento, condizionamento e raffreddamento presse.

Il collaudo provvisorio comprenderà il controllo quantitativo e qualitativo dei materiali per accertare la rispondenza alle prescrizioni della specifica tecnica.

In tale occasione saranno definite tutte le varianti e l'Appaltatore dovrà consegnare i disegni aggiornati (AS BUILT) e le norme di esercizio e di manutenzione degli impianti.

I collaudi tecnici definitivi avranno lo scopo di accertare che le prestazioni degli impianti siano rispondenti agli impegni contrattuali ed alle garanzie nelle varie stagioni (mezza stagione e invernale).

Le modalità di esecuzione del collaudo tecnico definitivo saranno conformi alle procedure di collaudo concordate tra la Stazione Appaltante e l'Appaltatore.

Per effettuare le prove e i rilievi di collaudo verranno usati anche i seguenti strumenti messi a disposizione dall'Appaltatore:

- termometro ad immersione;
- n. 3 registratori di temperatura (giornalieri e settimanali);
- misuratore dell'intensità del rumore.

4.7.6 Procedure di verifica all'avviamento

Durante le fasi di avviamento dovranno essere effettuate in particolare le seguenti verifiche e messe a punto:

- a) verifica di funzionamento dei motori elettrici:
 - verificare il senso di rotazione degli organi rotanti dei motori;
 - verificare i dati inerenti i dispositivi di protezione termica dei motori;
- b) verifica di tenuta dei premistoppa delle guarnizioni;
- c) messa a punto dei mezzi di trasmissione meccanica;
- d) verifica di funzionamento dei dispositivi di sicurezza;
- e) messa a punto delle sequenze di regolazione e loro memorizzazione;
- f) verifica di efficienza dei ventilatori;
- g) verifica di efficienza delle pompe.

In sede di finitura dovrà poi essere verificato lo stato di pulizia dell'impianto (rimozione dei rivestimenti provvisori di protezione, rimozione di adesivi e targhettature non contenenti specifiche istruzioni, pulitura delle superfici di fabbrica o da non verniciare, preparazione delle superfici da verniciare) e dovrà essere controllata l'avvenuta identificazione, mediante targhette, nastrature o stampigliature, di canali, tubazioni, organi di regolazione, organi di intercettazione e strumenti di misura.

4.7.6.1 Procedure di collaudo

In base a quanto previsto nel progetto di norma CTI - 8/32 bis (Comitato Termotecnico Italiano) "Impianti per il condizionamento dell'aria. Norme per l'ordinazione, l'offerta ed il collaudo" (revisione della norma UNI 5104 di pari denominazione), il collaudo dovrà tendere all'accertamento del buon funzionamento dell'impianto e delle parti che lo compongono in relazione alle garanzie date.

Costituirà principale oggetto di collaudo il controllo effettuato a mezzo di misure dei valori delle grandezze fisiche che hanno influenza sul benessere termico delle persone; dovranno essere controllati nella zona occupata dalle persone i valori delle seguenti grandezze: temperatura e livello del rumore.

Si dovranno eseguire almeno le seguenti serie di prove curando che le condizioni di funzionamento possano essere considerate a regime entro le tolleranze.

La prima serie di prove si effettuerà facendo funzionare al massimo carico tutte le apparecchiature costituenti l'impianto o nel loro complesso o singolarmente considerate.

Raggiunto il regime, si effettueranno le misure sia delle grandezze che interessano la zona occupata dalle persone, sia quelle attraverso le quali è possibile determinare l'efficienza e la massima prestazione delle singole apparecchiature.

La seconda serie di prove consisterà nell'esecuzione di tutte le misure che permettono di accertare se, con le condizioni esterne che si verificano durante il collaudo, l'impianto è atto a realizzare e mantenere quelle interne previste nel progetto.

Da tali misure il collaudatore, adoperando un corrente procedimento di calcolo, trarrà elementi sufficienti per stabilire se, verificandosi all'esterno condizioni più onerose, l'impianto è idoneo a realizzare e mantenere in tutti i locali le condizioni desiderate all'interno.

La terza serie di prove consisterà di misurare la temperatura sui circuiti di riscaldamento, verificando la corretta impostazione della centralina di termoregolazione e delle valvole.

La quarta serie di prove consisterà nel verificare l'efficienza del sistema di regolazione, cioè nel verificare che l'impianto realizzato sia in grado di mantenere le condizioni di progetto in presenza di cause esterne che possono determinare variazioni di regime, quali modificazioni delle condizioni climatiche esterne, dei carichi termici interni (sensibili o latenti).

Producendo ad arte azioni destabilizzanti con effetto equivalente a quello delle cause esterne di cui sopra verranno verificati gli andamenti temporali delle grandezze fisiche influenzanti il benessere termico.

Misura della temperatura dell'aria interna

Per temperatura interna dovrà intendersi quella misurata nella parte centrale degli ambienti, ad un'altezza di 1,50 m dal pavimento, ed in modo che la parte sensibile dello strumento sia schermata dall'influenza di ogni notevole effetto radiante, per mezzo di una custodia a superficie esterna speculare con fori opportuni, in modo che l'aria vi possa circolare liberamente.

La disuniformità di temperatura è verificata controllando le differenze di temperatura che esistono tra un qualunque punto della zona occupata dalle persone e la temperatura interna come sopra definita.

La differenza fra tali valori risultanti da misure effettuate contemporaneamente nello stesso ambiente, non dovrà essere maggiore di 1°C.

La differenza fra tali valori risultanti da misure effettuate contemporaneamente in più ambienti serviti dallo stesso impianto, non dovrà essere maggiore di 1°C in inverno.

Misura della temperatura dell'aria esterna

Nelle prove relative al funzionamento invernale per temperatura esterna (salvo indicazione contraria) si intende la media delle seguenti 4 temperature misurate nelle 24 ore precedenti il collaudo, e precisamente nel periodo tra l'ora in cui si iniziano le misure della temperatura interna e la stessa ora del giorno precedente, ed effettuate a Nord con termometro riparato dalle radiazioni a 2 m dal muro dell'edificio: la massima, la minima, quella delle ore 8 e quelle delle ore 19. In caso di dubbio, si assume

la media del diagramma reale della temperatura nelle 24 ore anzidette, rilevata con apparecchio registratore continuo.

Misura del livello di rumore

Per quanto riguarda la misura del livello di rumore dovuto all'impianto di climatizzazione si fa riferimento a quanto prescritto nella norma UNI 8199.

Documentazione

La documentazione relativa all'impianto di climatizzazione realizzato dovrà essere suddivisa essenzialmente in tre sezioni:

generalità;

- istruzioni per il funzionamento;
- istruzioni per la manutenzione.

Costituiscono la prima sezione:

- Documentazione tecnica delle apparecchiature installate;
- certificati e verbali di ispezioni ufficiali;
- rapporti di controlli, verifiche, messe a punto e prove effettuate in sede di esecuzione e collaudo dell'impianto;
- certificati di omologazione delle apparecchiature.

Costituiscono la seconda sezione:

- descrizione discorsiva delle procedure di avviamento e di spegnimento dell'impianto, nonché delle procedure per la modifica dei regimi di funzionamento;
- descrizione grafica delle sequenze operative con identificazione codificata dei componenti impiantistici interessati;
- tavole di disegno riferentesi a schemi funzionali ed a particolari costruttivi particolarmente significativi;
- schedario delle tarature dei dispositivi di sicurezza;
- schedario delle tarature dei dispositivi di regolazione.

Costituiscono la terza sezione:

- istruzioni formali per l'esecuzione delle operazioni di manutenzione periodica (programma di sostituzione dei filtri, programma di controllo della strumentazione, programma di trattamento delle acque, ecc.);
- elenco delle parti di ricambio e loro identificazione codificata;
- fogli di catalogo riferentesi ai principali componenti del sistema impiantistico.

Centrale termica

Per quello che riguarda la centrale termica le prove di collaudo che devono essere eseguite sulle varie apparecchiature consistono in:

- Generatori di calore
 - verifica della potenzialità massima di ogni singolo generatore a pieno carico
 - verifica del rendimento termico del generatore.

- Sistema automazione
 - tutte le apparecchiature devono potere funzionare in automatico;
 - il software deve consentire l'ottimizzazione delle centrali.

Pratiche per autorizzazioni

Devono essere presentate le pratiche amministrative necessarie per l'autorizzazione all'agibilità.

4.7.7 Prescrizioni tecniche costruttive dei componenti impiantistici e modalità esecutive

4.7.7.1 Provvedimenti contro la trasmissione di vibrazioni

Allo scopo di evitare i problemi connessi alla presenza di un impianto, quali logoramento delle macchine e delle strutture soggette a vibrazioni e generazione di rumore è necessario sopprimere o almeno drasticamente ridurre le vibrazioni generate dalle macchine rotanti (ventilatori, pompe, ecc.) presenti nell'impianto.

Le parti in movimento devono pertanto essere equilibrate staticamente e dinamicamente dove necessario.

Le apparecchiature devono pertanto essere montate su basamenti, telai o solai in c.a. isolate dal pavimento a mezzo di dispositivi antivibranti a molla.

Gli ammortizzatori a molla devono avere un cuscinetto inferiore in neoprene o in gomma.

Le apparecchiature meccaniche devono essere fissate su un basamento pesante in modo che la sua inerzia possa limitare l'ampiezza delle vibrazioni.

Fra basamento e struttura portante deve essere interposto un materassino resiliente o dei supporti elastici.

Le apparecchiature quali pompe e ventilatori devono essere corredate di giunti elastici al fine di evitare la trasmissione di vibrazioni alle tubazioni ed ai canali.

Le tubazioni devono essere sospesi alle pareti a mezzo di dispositivi tali che evitino la trasmissione alla struttura ed alle pareti dell'edificio di vibrazioni residue provenienti dalle macchine o dovute alla circolazione dei fluidi.

Per evitare la trasmissione di vibrazioni dovute alle tubazioni è consigliabile interromperle opportunamente con giunti elastici in gomma o in metallo.

4.7.7.2 Misure antiacustiche

Gli impianti devono essere realizzati in modo da non generare negli ambienti occupati e nell'ambiente esterno livelli sonori inaccettabili.

Il funzionamento degli impianti non deve comportare incrementi superiori a 3 dB(A) rispetto al rumore di fondo, negli ambienti normalmente abitati.

In linea generale, pertanto, si può operare come segue:

- a) Le apparecchiature devono essere di ottima qualità, con adeguato isolamento acustico per bassa frequenza e le case fornitrici dovranno fornire dettagliate caratteristiche acustiche, da cui sia possibile eseguire un accurato studio.
- b) Le pompe di circolazione devono essere scelte correttamente e lavorare nelle condizioni ottimali.
- c) Non devono essere utilizzati motori con velocità di rotazione superiore a 1.500 g/1', salvo esplicita autorizzazione.
- d) Per evitare i rumori derivanti dalle dilatazioni delle tubazioni devono prevedersi dispositivi di dilatazione con supporti che consentano tutti i possibili spostamenti.

- e) Gli attraversamenti di solette e pareti devono essere realizzati in modo tale da impedire la trasmissione di rumori e vibrazioni alla struttura, prevedendo ad esempio guaine adeguate.
- f) Le tubazioni devono essere fissate in modo da evitare la trasmissione di vibrazioni alla struttura.
- g) Possono essere interposti degli anelli in gomma; per evitare di comprimere eccessivamente la gomma i collari devono essere previsti di due grandezze superiori al diametro delle tubazioni.

Nel serraggio del collare si deve tenere conto anche delle dilatazioni.

Per i diametri superiori a 2" gli antivibranti dovranno essere comunque a molla.

Nel caso in cui il rumore trasmesso dagli impianti ai locali occupati od all'esterno superi i valori prescritti, devono essere presi adeguati provvedimenti per rientrare nei limiti.

4.7.7.3 Generatore di calore a cippato

La caldaia, tipo KWB Multifire modello MF2 D 108 C4, sarà del tipo adatto alla combustione con cippato e pellet con collegamento diretto al sistema di alimentazione. La caldaia e i principali componenti saranno installati in apposito prefabbricato che conterrà inoltre il silos di stoccaggio del combustibile completo agitatore a lame e di tutti gli accessori necessari per dare il sistema completo e funzionante.

In particolare la caldaia sarà adatta alla combustione di cippato le legna classi A1, A2 e B1 pezzatura P16S conformemente alla normativa ISO 17225-4 e di pellet di legno classe A1 conformemente alla normativa ISO 17225-2. Utilizzando cippato di livello qualitativo A2 e B1 conformemente a ISO 17225-4. Il contenuto di ceneri dovrà rispettare i valori limiti di emissione di legge vigenti.

La caldaia sarà del tipo modulare con isolamento in lana minerale e rivestimento composto da unità di alimentazione, sistema di combustione, scambiatore termico e regolazione, tipo KWB Comfort.

Dovrà essere fornito il sistema di protezione dal ritorno di fiamma tramite valvola stellare a una camera, comprensivo di saracinesca antincendio allacciata alla rete di acqua potabile.

Il sistema sarà inoltre completo di dispositivo automatico di estrazione della cenere, con sistema di addensamento in un contenitore per la cenere integrato con controllo del livello di riempimento e sblocco con azionamento a pedale.

L'unità di alimentazione del generatore (stoker), sarà composto da una valvola stellare a monocamera adatta al cippato tipologia P16S con camera di riempimento profonda, robusto alloggiamento in ghisa e lame temprate intercambiabili; sarà presente la coclea di alimentazione con spirale in acciaio inox e unità motoriduttore.

Il sistema sarà dotato di robusto alloggiamento realizzato in ghisa, con lame temprate intercambiabili, nonché coclea di alimentazione con spirale in acciaio inossidabile.

Il sistema di combustione sarà così caratterizzato:

- bruciatore a griglia mobile in linea a cingoli con elementi della griglia in ghisa altolegata e autopulenti per sistema di combustione no stress.
- motori passo/passo per movimentazione griglia ed estrazioni ceneri;
- accensione completamente automatica (300 W) tramite elemento di accensione in ceramica e rapido riconoscimento dell'accensione grazie al termosensore nella camera di combustione;
- due soffianti separate e modulate dell'aria di combustione (aria primaria + aria secondaria);
- sistema riconoscimento combustibile per adattamento automatico al combustibile inserito;
- regolazione della combustione mediante sonda Lambda e sensore temperatura fiamma;
- regolazione della depressione per una maggiore sicurezza ed efficienza del generatore.

Lo scambiatore termico è composto da scambiatore termico a fascio tubiero verticale con pulizia automatica composta da molle di pulizia e turbolatori ad alta efficienza.

La regolazione fornita con il generatore sarà tipo KWB modello Comfort 4.0 in grado di gestire con continuità la potenza. In particolare la potenza della caldaia verrà adeguata in maniera del tutto automatica, variando costantemente lo stato da stand-by fino a pieno carico in proporzione al fabbisogno di calore. Il sistema è caratterizzato da un utilizzo semplice e flessibile grazie a una doppia possibilità di comando tramite manopola collaudata e display touchscreen. Il sistema si compone di:

- dispositivo di comando caldaia;
- scheda di regolazione modulare, inclusa morsettiera;
- tutti i sensori della caldaia, 1 termosensore esterno e 3 termosensori del serbatoio tampone;
- comando di 1 serbatoio tampone, incluso comando di 1 pompa di caricamento tampone o comando di 1 pompa di alimentazione (pompa di rete), inclusi 3 termosensori tampone.

Il generatore di calore sarà caratterizzato da una potenza termica utile massima pari a 108 kW, con una gamma di potenza modulabile compresa tra i 32,4 e i 108 kW. Il rendimento con potenza calorifica nominale sarà superiore al 93%. La pressione d'esercizio massima ammessa sarà pari a 3,5 bar.

La tensione di alimentazione sarà trifase, 400 V. Le condizioni ambientali di funzionamento saranno le seguenti:

- temperatura: da -10 a +40°C;
- umidità relativa da 5 a 95%.

Il sistema sarà fornito completo di ricircolo del gas per la massima protezione dell'impianto e temperatura di combustione ottimizzata con combustibili secchi (obbligatorio per combustibili con contenuto d' acqua inferiore 15%).

Di seguito si riepilogano i principali dati tecnici caratteristici:

- portata termica focolare massima: 114,50 kW (cippato);
- portata termica focolare minima: 34,20 kW (cippato);
- potenza termica utile massima: 108,00 kW (cippato);
- potenza termica utile minima: 32,40 kW (cippato);
- rendimento utile alla potenza nominale: 94,30 % (cippato);
- rendimento utile alla potenza minima : 94,60 % (cippato);
- portata termica focolare massima: 114,80 kW (pellet);
- portata termica focolare minima: 34,40 kW (pellet);
- potenza termica utile massima: 108,00 kW (pellet);
- potenza termica utile massima: 32,40 kW (pellet);
- rendimento utile alla potenza nominale: 94,10 % (pellet);
- rendimento utile alla potenza minima : 94,30 % (pellet);
- modulazione della potenza in continuo: 34-108kW;
- pressione d'esercizio max. ammessa: 3,5 bar;
- peso del generatore: 1.200kg;
- tensione di rete: 400 V 5p;
- classe caldaia secondo EN 303-5 2012: 5;

- contenuto acqua corpo caldaia: 195 l;
- contenuto contenitore ceneri: 70 l;
- coefficiente premiante Conto Termico: Cippato 1,5 - Pellet 1,2.

Il modulo di termoregolazione integrato in caldaia consente la gestione del circuito primario della stessa consentendo così la regolazione di:

- 1 circuito calorico in base alla temperatura esterna con regolazione miscelatore e comando della pompa;
- serbatoio tampone (incluso il comando di 1 pompa di caricamento del tampone o il comando di 1 pompa di alimentazione);
- 1 eventuale accumulatore dell'acqua calda sanitaria/scambiatore di calore;
- 1 pompa di circolazione.

Il sistema include:

- 1 sensore della temperatura di mandata;
- 1 termosensore dell'accumulatore dell'acqua calda sanitaria/scambiatore di calore;
- 1 termosensore della pompa di circolazione;
- 3 termosensori del tampone.

La valvola stellare, del tipo ad una camera è caratterizzata da una camera di riempimento profonda e bordi di tenuta grandi ed è dotata di lama e controlama temprate e sostituibili, adatte all'uso di cippato grossolano. Il sistema è ottimizzato per consentire un risparmio di corrente e un funzionamento silenzioso e quasi privo di usura.

Il generatore sarà completato da una coclea della cenere volatile (scambiatore) e per il contenitore ceneri suddiviso in due pezzi. Il dispositivo consente di effettuare il trasporto della cenere volatile che si accumula sotto lo scambiatore termico nell'apposito contenitore per la cenere. Il sistema opera mediante un motore passo-passo intelligente con risparmio di corrente (5 W).

Il sistema automatico di riconoscimento del combustibile "Plus" consente di distinguere i diversi combustibili in base alla temperatura e relativa configurazione della caldaia per l'ottimizzazione della combustione.

La valvola stellare sarà rivestita secondo l'opzione "P31S".

Il sistema di mantenimento dell'acqua di ritorno, completo di valvola a tre vie da 2" sarà preinstallato in fabbrica e così caratterizzato:

- pompa Wilo Yonos Para 30/1-12;
- valvola miscelatrice Kvs 28;
- deviatore idraulico integrato.

L'unità di azionamento avrà una potenza di circa 0,75 kW e sarà adatta ad operare con lunghezze superiori ai 6mt e inclinazioni superiori ai 25°. L'unità di azionamento per coclea di trasporto e agitatore, sarà costituita da motore con ingranaggio a ruota dentata 0,75 kW, pignoni e catena di azionamento. Il canale di trasporto in versione con collegamento a viti con coperchio estraibile, comprenderà lo sportello con finecorsa per prevenire gli ingorghi di materiale e consentire l'apertura per la manutenzione. La coclea di trasporto sarà dotata di una spirale progressivamente ascendente per evitare l'ingorgo di materiale e sarà realizzata in acciaio inossidabile in ingresso.

La coclea e il canale di trasporto saranno adatti all'uso con cippato di dimensioni granulometriche fino a P31S, conformemente a ISO 17225-4, e a pellet conformemente a ISO 17225-2.

L'agitatore a lame articolate sarà idoneo all'estrazione da deposito quadrangolare adiacente (presente nella struttura prefabbricata). Il dispositivo sarà composto da disco in lamiera d'acciaio con 2 bracci in acciaio piatto e lame in acciaio sostituibili, ingranaggio a vite per carichi pesanti con doppia guarnizione, lubrificazione continua, e non richiedente alcuna manutenzione. La struttura dei bracci in acciaio consentirà di avere una trasmissione della forza omogenea su tutto il diametro dell'agitatore. L'agitatore sarà azionato dalla coclea di trasporto del materiale per mezzo di un motore con ingranaggio a ruota dentata cilindrica posto esternamente.

Completeranno la fornitura anche:

- la valvola di scarico termico 3/4";
- il registro di tiraggio del diametro 180 mm, completo di valvola di sfogo e atto al risparmio energetico;
- il puffer della capacità di 2500 lt per l'accumulo di acqua tecnica d'impianto. Questo sarà interamente isolato con materassino in poliuretano morbido, esente da clorofluorocarburi, autoestinguente ed asportabile. Dotato otto manicotti posti su due file a diversa altezza e di molteplici pozzetti portasonde. La finitura esterna di colore bianco o giallo, fondello e coperchio superiore in materiale plastico termoformato di colore nero. L'accumulo sarà fabbricato in conformità allo standard ISO 9002 e garantito 5 anni. La massima pressione di targa sarà pari a 3 bar, il peso a vuoto pari a 235 kg. Lo spessore dell'isolamento sarà pari ad almeno 100 mm .

Nella fornitura dovrà obbligatoriamente essere fornita la progettazione costruttiva della casa madre del generatore che dovrà essere conforme con il proprio standard.

Sarà inoltre fornita una garanzia comprensiva di estensione e volta a fornire:

- 6 anni di garanzia sui componenti di ricambio.

Saranno inoltre forniti:

- il servizio di addestramento dell'operatore ed informazioni sulle ulteriori misure da prendere;
- la messa in servizio effettuata dalla casa costruttrice comprensiva di:
 - controllo degli allacciamenti a spina;
 - controllo dei collegamenti elettrici;
 - test del relé e controllo del funzionamento di tutti gli aggregati e motori dell'impianto;
 - controllo delle pressioni e delle impostazioni;
 - impostazione dei parametri come indicato dall'utente;
 - messa in funzione dell'impianto;
 - addestramento dell'operatore.

4.8 Generatore di calore a condensazione di integrazione

Il generatore di calore, tipo Viessmann Vitomodul 220-W, dovrà essere del tipo a condensazione e modulare e sarà così caratterizzata:

- a) ciascun modulo sarà dotato di bruciatore modulante per il funzionamento ad alto rendimento anche a potenza ridotta;
- b) le caldaie avranno superfici di scambio termico realizzate in acciaio inossidabile;

- c) la caldaia oltre ai moduli sarà fornita completa di collettore, scambiatore di calore del tipo a piastre dimensionato con basso salto termico primario/secondario, centralina di sequenza in funzione delle condizioni climatiche esterne. Saranno inoltre presenti le apparecchiature di sicurezza (Inail) e controllo nonché gli attacchi per lo scarico fumi e il relativo collettore di raccordo. Tutti i componenti menzionati dovranno essere preassemblati in fabbrica. Dovrà essere inoltre fornito il kit di coibentazione sia per il collettore che per lo scambiatore di calore a piastre.
- d) gli attacchi mandata/ritorno dovranno essere disponibili sul lato sinistro del dispositivo.
- e) il generatore dovrà essere del tipo a condensazione, conforme ai requisiti di legge 10/91 e successivi Decreti Legislativi 192/05 e 311/06 e dovrà quindi essere fornita la relativa prescritta documentazione, dovranno essere inoltre rispettate tutte le norme Inail (ex ISPESL), e dovrà essere dotato di apparecchiature di controllo automatico della combustione, laddove previste dalla legge n. 615/66.
- f) il generatore sarà dotato di portelli apribili a cerniera per rendere agevole l'ispezione delle strutture interne della caldaia e la pulizia periodica lato fumi. Inoltre sarà dotato di spia di controllo della fiamma;
- g) il generatore sarà dotato di coibentazione in modo da rispettare la legge 10/91 e comunque in modo tale da garantire la temperatura superficiale esterna del rivestimento non superiori di 20°C la temperatura ambiente. La coibentazione sarà racchiusa da una lamiera accuratamente verniciata a fuoco e sostenuta da un'incastellatura di sostegno.
- h) il generatore sarà provvisto di tutti i necessari collegamenti idraulici di sicurezza e di espansione.
- i) il combustibile dovrà essere gas metano.
- j) il bruciatore dovrà essere di tipo modulante per cui il rapporto combustibile/aria sarà mantenuto costante (e ottimale) in ogni condizione di carico regolando contemporaneamente, tramite un servomotore, il passaggio dell'aria e la corrispondente portata di combustibile.
- k) per alimentazioni a gas metano il bruciatore dovrà essere corredato di rampa di alimentazione completa di accessori secondo quanto indicato dalla norma UNI 8042 in funzione delle diverse targhe di potenzialità.
- l) la tubazione di alimentazione dovrà essere realizzata in acciaio zincato, modificando quella attualmente presente.
- m) il quadro elettrico installato in fabbrica dovrà avere grado di protezione IP 44, comprendere tutte le apparecchiature di comando, controllo, regolazione e segnalazione previste per il buon funzionamento dei generatori di calore e comprendere:
 - interruttore generale
 - telesalvamatore elettroventilatori
 - teleruttore
 - contatori ausiliari
 - pannello elettronico di controllo e protezione fiamma
 - apparecchiature regolamentari elettroniche di controllo e sicurezza del gas
 - trasformatore per il comando in bassa tensione del circuito ausiliari
 - interruttori e commutatori
 - cablaggio elettrico
 - morsettiere comandi ed utilizzi

- pulsanti di avviamento manuale bruciatore e di riarmo manuale
- lampade di segnalazione e allarmi acustico-luminosi.

Il generatore deve essere corredato delle apparecchiature e della strumentazione necessaria al buon funzionamento ed in conformità delle norme Inail.

Dovranno pertanto essere forniti:

- termometro dell'acqua di caldaia;
- termostato di esercizio;
- termostato di sicurezza e riarmo manuale;
- spia del termostato di sicurezza;
- manometro con rubinetto di prova;
- termometro con pozzetto di prova;
- pressostato di massima pressione, pressostato di minima pressione;
- valvola di intercettazione del combustibile VIC;
- valvola di sicurezza omologata;
- apparecchiature elettriche complementari di comando e regolazione.

La caldaia disporrà di almeno tre moduli termici distinti in modo da ottimizzare il funzionamento a carico parziale, oltreché aumentare l'affidabilità. La camera di combustione sarà realizzata in acciaio inossidabile, mentre il bruciatore sarà modulante cilindrico. Il kit dovrà comprendere anche il quadro di comando con ingresso 0-10V, sonda esterna e box neutralizzazione condense.

Le principali caratteristiche sono:

- potenzialità nominale 80/60 °C: 18,1 -222,3 kW;
- potenzialità nominale 50/30 °C: 20- 240,0 kW;
- potenzialità focolare: 18,8 - 225 kW;
- pressione massima d'esercizio: 4 bar;
- alimentazione elettrica: 230V/50Hz;
- potenza elettrica 90 W.

4.8.1.1 Camini emissione fumi

Camini per emissioni a basse temperature (caldaie ad acqua calda)

I camini devono essere realizzati in tre gusci concentrici:

- il primo, interno in acciaio inossidabile di tipo austenitico AISI 316.
- il secondo, intermedio e con funzione coibente in lana minerale basaltica, in fiocchi, ad alta densità con spessore di 50 mm.
- il terzo, esterno, di sostegno e realizzato in acciaio inossidabile di tipo austenitico AISI 304.

Le tubazioni costituenti i camini devono essere caratterizzate da modularità, con ciascuna delle tubazioni qualificata dal sistema di connessione "a doppio bicchiere", predisposte per l'assorbimento delle dilatazioni termiche sul diametro interno ed idonee alla protezione di agenti aggressivi sul diametro esterno, e dal sistema di bloccaggio con fascette a due gole serrate con bulloneria in acciaio

inossidabile, fornite complete degli accessori e dei pezzi speciali previsti dalle norme vigenti per l'installazione.

Al termine della realizzazione l'impresa costruttrice deve eseguire videoispezione del manufatto e rilasciare certificato di prova di tenuta come prescritto dalla Normativa vigente.

4.8.1.2 Vasi di espansione e serbatoi inerziali

Vasi di espansione per circuiti acqua calda

Devono essere del tipo a membrana.

Il materiale di costruzione deve essere acciaio di buona qualità, saldato e verniciato esternamente.

La membrana dovrà essere di materiale idoneo a sopportare le sollecitazioni dovute alla pressione ed alla temperatura di esercizio.

La precarica deve essere in azoto.

Dovranno essere muniti di certificati di collaudo ISPESL.

La tubazione di collegamento del vaso all'impianto sarà posta in opera con opportune pendenze in modo da evitare sacche di aria e sarà priva di qualsiasi organo di intercettazione.

I vasi saranno completi di piedi per l'installazione a pavimento e di isolamento termico con rivestimento di finitura in lamierino di alluminio.

4.8.1.3 Serbatoio inerziale acqua calda

Per il circuito acqua calda caldaie sarà installato apposito serbatoio inerziale avente una capacità minima di 2500 l.

Il serbatoio deve essere realizzato in acciaio zincato, completo di cappotto in poliuretano espanso in classe 1 dello spessore di almeno 80 mm, finitura esterna in alluminio.

Il volano termico dovrà essere inoltre corredato di pozzetto per sonda (termometro) piedini di appoggio e valvola di sicurezza.

Il serbatoio dovrà essere realizzato a norma ISPESL con pressione di esercizio di 600 kPa e pressione di prova idraulica di 900 kPa.

4.8.1.4 Elettropompe

Generale

- a) Ogni pompa deve essere garantita per la portata di acqua richiesta e con la prevalenza specificata a funzionamento continuo, senza che si verifichi surriscaldamento del motore, dei cuscinetti, ecc. e senza rumore udibile nell'edificio all'esterno del locale dove sono installate le pompe.
- b) Ogni pompa deve essere azionata da un motore asincrono. La potenza assorbita dalle pompe alla velocità di progetto non deve in nessun caso superare la potenza nominale dei motori.
- c) Prima dell'ordinazione delle elettropompe devono essere sottoposte al Committente per l'approvazione le curve di funzionamento e di rendimento.
- d) Il rendimento deve essere il massimo consentito, tenuto conto della portata e della prevalenza, comunque non inferiore al 75%.

Pompe per montaggio orizzontale

Devono essere del tipo ad alto rendimento ad asse orizzontale, direttamente accoppiate al motore elettrico a 4 poli, a mezzo di giunto elastico; monoblocco sino a $Q=40$ mc/h max, a base e giunto oltre $Q=40$ mc/h.

Saranno pompe centrifughe monogirante con quote principali normalizzate secondo DIN 24255, UNI 7467 e NFE 44111, con bocca aspirante coassiale e bocca premente radiale.

Forma costruttiva compatta con accoppiamento motore corpo eseguito mediante giunto.

Corpo pompa in ghisa; girante in ghisa, bronzo o polipropilene e fibra di vetro, albero in acciaio inox e tenuta speciale unificata, resistente fino alla pressione di 10 bar.

Funzionamento silenzioso, tenuta meccanica esente da manutenzione, grado di protezione IP 44.

Circolatori

I circolatori saranno almeno a due velocità con morsettiera universale (3x400 V - 3x230 V), ed avranno le seguenti caratteristiche costruttive:

Canotto separatore in acciaio inox, realizzato in unico pezzo con le due estremità portate all'esterno della pompa;

Sistema di compensazione idraulica della pompa mediante opportune scanalature sulla girante senza l'adozione di un cuscinetto reggispira;

Cuscinetti sinterizzati in grafite, albero in acciaio inox al cromo, privo di cuscinetto assiale;

Avvolgimento statorico con isolamento in classe "H".

Ove prescritto nei documenti di progetto (elaborati grafici e computo metrico) si dovrà prevedere l'installazione di circolatori dotati di convertitore statico di frequenza (inverter), di trasduttore di pressione differenziale e di sistema di commutazione periodica della pompa in uso (per i circolatori gemellari). Tale accorgimento consentirà di adattare le prestazioni idrauliche del circolatore all'effettiva richiesta (circolatori di distribuzione ai terminali di impianto).

4.8.1.5 Elementi per riscaldamento

Radiatori

I radiatori saranno ad elementi componibili in alluminio e dovranno essere corredati di:

- supporti in acciaio nello stesso colore del radiatore;
- valvola a squadra del tipo termostattizzabile, completa di testa termostatica e comando di blocco della stessa;
- valvola di sfiato manuale;
- detentore;
- "nipples" di collegamento tra i vari elementi costituenti il corpo scaldante;
- tappi di chiusura per le estremità.

I radiatori devono essere forniti dotati di tutti gli organi necessari al loro perfetto funzionamento. Saranno verniciati a fuoco nel colore deciso dalla Stazione Appaltante, con emissione termica nominale a Norme UNI, nel rispetto delle dimensioni e delle potenzialità indicate negli elaborati grafici di progetto.

Pavimento radiante palestra

I pannelli radianti a pavimento, i dispositivi di termoregolazione gli elementi isolanti prefabbricati di ancoraggio dovranno essere della medesima marca in modo da garantire l'assoluta compatibilità dei materiali e dei sistemi di termoregolazione.

Le tubazioni adottate dovranno:

- avere un'ottima resistenza alla sollecitazione interna, anche ad alte temperature;
- resistente alla formazione di incrinature da tensione interna;
- essere indeformabili;
- avere un rapporto ottimale tra flessibilità e resistenza alla pressione;
- avere un'eccellente resistenza all'invecchiamento termico;
- avere un'ottima resilienza e resistenza all'urto fino a temperature inferiori ai -50°C ;
- avere alta resistenza all'abrasione e ottima resistenza all'intaglio;
- non subire danneggiamento del materiale in seguito a piegamento;
- avere eccellenti proprietà elastiche;
- avere un'ottima resistenza alle sostanze chimiche;
- garantire tenuta d'ossigeno secondo DIN 4726;
- avere alta resistenza al caldo;
- avere alta resistente all'invecchiamento;
- attenuare i rumori di scorrimento nel tubo;
- avere perdite di carico minime;
- non contenere ioni di metalli pesanti;
- avere elevata resistenza alla corrosione;
- non essere soggetti a formazione di incrostazioni anche dopo tanti anni di uso.

Le caratteristiche dimensionali dei tubi disponibili dovranno essere le seguenti:

- 12 x 2,0 mm
- 14 x 1,5 mm
- 16 x 2,0 mm
- 17 x 2,0 mm
- 20 x 2,0 mm
- 25 x 2,3 mm
- 32 x 2,9 mm

I condotti dovranno resistere ad una temperatura di mandata fino a 70°C e una pressione d'esercizio di 3 bar.

Le tubazioni dovranno essere realizzate in polietilene reticolato ad alta pressione, additivato con perossidi in modo tale che le singole molecole del polietilene si uniscano a coppia in modo da creare una rete tridimensionale. La tubazione così realizzata consente di ottenere un'elevata resistenza agli sbalzi di temperatura ed alle alte pressioni, un'ottima resilienza a basse temperature e un'adequata resistenza ad incrinature da tensioni interne.

Lo strato coestruso di sbarramento contro la diffusione dell'ossigeno è costituito da alcool etilenico vinilico (EVAL), caratterizzato dall'avere il maggiore effetto di sbarramento.

La perfetta adesione tra tubo base e strato di sbarramento garantisce nel tempo il mantenimento delle caratteristiche.

La resistenza all'abrasione e agli agenti atmosferici lo strato EVAL, è elevata rendendo la tubazione molto resistente alle condizioni più severe tipiche del cantiere.

Dati tecnici

Di seguito si indicano le principali caratteristiche tecniche richieste:

- Densità: (DIN 53497) 0,93 g/cm³;
- Modulo di elasticità: (DIN 53457) ca. 600 N/mm;
- Resistenza a 20°C: nessuna rottura;
- Resistenza a -20°C: nessuna rottura;
- Coefficiente di allungamento lineare a 20°C: $1,4 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$;
- Coefficiente di allungamento lineare a 100°C: $2,0 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$;
- Conduttività termica: 0,35 W/mK;
- Permeabilità all'ossigeno a 40°C $\leq 0,1 \text{ mg/l x d}$;
- Scabrezza del tubo $k 0,007 \text{ mm}$;
- Pressione d'esercizio max. 6 bar a 90°C;
- Temperatura di mandata max. 90°C, a breve termine 110°C (avaria).

La progettazione esecutiva del pavimento radiante sarà a carico dell'Impresa. Tale scelta è volta a ottimizzare il dimensionamento del sistema in funzione del costruttore del materiale proposto, partendo dai carichi termici indicati nella tavola di disegno per il locale asservito. Il dimensionamento dovrà essere comunque preventivamente sottoposto all'approvazione della DL.

Marcatura del tubo

I tubi dovranno essere marcati in modo continuo a distanza massima di 1 m in modo da consentire una rapida individuazione delle dimensioni, delle caratteristiche di permeabilità all'ossigeno e del marchio di controllo.

Deposito e trasporto

I tubi e tutti gli altri componenti del sistema dovranno essere caricati e scaricati, trasportati ed immagazzinati sotto la supervisione di personale esperto. I tubi non dovranno essere trascinati per terra o attraverso superfici di cemento senza ulteriore protezione e dovranno essere depositati su superfici piane e assolutamente senza spigoli taglienti.

I tubi dovranno essere protetti da oli, grassi, vernici, ecc., nonché da un'esposizione prolungata ai raggi del sole.

Non è consentito uno stoccaggio all'esterno senza protezione. Le superfici esterne delle tubazioni saranno da proteggere dall'acqua. I tubi saranno da togliere dall'imballaggio solo prima della lavorazione.

Lavorazione

I tubi saranno flessibili e possono essere posati "a freddo" rispettando i seguenti raggi ammissibili per la curvatura è:

- a $T > 0^{\circ}\text{C}$: $R = (5 \times D)$
- a $T = 130^{\circ}\text{C}$: $R = (3 \times D)$

ove D = diametro esterno del tubo

Raggi di curvatura con un minimo di $3 \times D$ saranno possibili con formatura a caldo. In questo caso il tubo verrà scaldato alla temperatura di curvatura di circa 130°C con un phon industriale ad aria calda.

Per la disposizione dei circuiti dei tubi sarà necessario tener conto dell'eventuale presenza dei giunti strutturali. Non è infatti permessa la posa dei circuiti attraverso giunti di separazione dell'edificio. Qualora si debbano installare tubazioni di collegamento per il circuito di riscaldamento si dovranno proteggere le tubazioni mediante tubi di protezione. Medesima prescrizione è prevista per l'eventuale passaggio attraverso soffitti o muri e per le zone dove i tubi escono dalla gettata, per esempio per l'attacco al collettore modulare di distribuzione.

Per quanto possibile non si dovranno effettuare giunte sotto traccia. Qualora ciò non fosse possibile sarà necessario utilizzare specifici manicotti autobloccanti forniti allo scopo dal costruttore del sistema. Il manicotto dovrà risultare comunque un collegamento inscindibile.

Pannello prefabbricato per installazione tubazioni

Il sistema prefabbricato isolante fornito dal costruttore dei tubi dovrà essere conformato in modo da consentire una rapida posa in opera delle tubazioni.

La posa dei tubi risulterà così veloce e flessibile con zone di deviazione da 15° a 180° ; lo stesso pannello dovrà consentire la posa di tre diverse dimensioni di tubi.

Il sistema dovrà essere adatto alle gettate liquide.

Il materiale con cui è costituito dovrà poter essere riciclato al 100%.

Il sistema dovrà essere completo di:

- isolante perimetrale;
- profilo per giunti;
- coltello per tagliare materiali isolanti,
- nastro adesivo per giuntare i pannelli;

Il pannello sagomato dovrà essere realizzato in polistirolo espanso a qualità controllata e conforme alla norma EN 13163.

Il pannello sagomato dovrà essere dotato sul lato inferiore di elemento d'isolamento anticalpestio.

Apposito foglio di rivestimento in polistirolo sul lato superiore proteggerà dalla penetrazione di acqua dell'impasto nella gettata e dall'umidità (secondo DIN 18560).

L'elemento sagomato con l'alternanza di zone di bugne e zone vuote permetterà interassi di posa di 5 cm e suoi multipli. La posa dei tubi potrà essere così effettuata in modo flessibile adattando il passaggio dei tubi a:

- colonne;
- uscite di ventilazione ed elettriche;
- ostacoli strutturali o architettonici e quant'altro.

Apposito incastro sul perimetro consentirà un collegamento rapido e sicuro ed eviterà ponti acustici e termici.

Specifico reticolo prestampato sul lato inferiore permetterà un taglio veloce e diritto.

Collettori per l'allaccio dei pannelli alla rete di distribuzione principale

Il sistema dovrà essere completato da collettori per l'alimentazione dei diversi circuiti.

I collettori saranno realizzati in ottone di alta qualità e completi di nippli di collegamento.

Tali dispositivi saranno premontati su mensole, disporranno di valvola di sfiato dell'aria e permetteranno la regolazione della portata tramite apposite valvole di regolazione micrometrica presenti sulle mandate.

Saranno inoltre presenti:

- termostato posto sulla tubazione del ritorno per il comando dell'attuatore;
- valvole a sfera di collegamento della mandata e del ritorno;
- dispositivo di sfiato e scarico;
- mensole zincate con inserti smorzanti per isolamento acustico;
- misuratore di portata nella mandata;
- termostato con regolatore di portata nel ritorno.

Apposita armadiatura metallica consentirà di installare il collettore sottotraccia.

L'armadio di lamiera d'acciaio zincata sendzimir sarà regolabile in altezza e profondità. Le pareti laterali sono dotate di pre-punzonature per mandata/ritorno, a scelta a destra e a sinistra.

Sistema locale di termoregolazione

Ciascun collettore sarà dotato di sistema di regolazione per singoli vani in modo da avere una regolazione precisa e puntuale capace di garantire buone condizioni di comfort e la massima efficienza.

Il sistema dovrà consentire:

- un'installazione semplice, veloce e sicura;
- un sistema modulare ampliabile.

Gli organi di regolazione saranno alimentati a 220 V.

Si disporrà di una base di regolazione e di un regolatore per ambiente (palestra).

Il sistema disporrà di moduli di ampliamento che permetteranno il collegamento di altri termoregolatori ed azionatori.

Il regolatore disporrà di basetta di interfaccia che consentirà di effettuare gli allacciamenti elettrici già in fase di costruzione.

Tubazioni

Generale

Il dimensionamento dei circuiti acqua deve essere fatto considerando una perdita di carico non superiore a 250 Pa per metro lineare tenendo sempre conto di non superare velocità tali da generare rumorosità, erosione, ecc.

Criteri di posa

Le tubazioni devono essere posate con distanze sufficienti a consentirne lo smontaggio ed a permettere la corretta esecuzione del rivestimento isolante.

Il percorso deve essere tale da consentire il completo svuotamento delle tubazioni e l'eliminazione dell'aria.

Nei percorsi aerei orizzontali, le tubazioni di acqua fredda devono, in linea di principio, stare in posizione sottostante alle tubazioni percorse dai fluidi caldi.

Supporti

Le tubazioni flessibili vanno supportate in modo continuo. Le tubazioni rigide devono essere sostenute con supporti dimensionati in base a:

- peso delle tubazioni, valvole, raccordi, rivestimento isolante ed in generale di tutti i componenti sospesi;
- sollecitazioni dovute a sisma, prove idrostatiche, colpo d'ariete, intervento di valvole di sicurezza;
- sollecitazioni derivanti da dilatazioni termiche.

La posizione dei supporti deve essere scelta in base a:

- dimensione delle tubazioni;
- configurazione dei percorsi;
- presenza di carichi concentrati (valvole, ecc.);
- strutture disponibili per l'ancoraggio (profilati ad omega, tasselli ad espansione a soffitto, mensole a parete, staffe con sostegni apribili a collare).

I supporti devono essere tali da impedire flessioni di qualsiasi genere sia nel caso di posa verticale che nel caso di posa orizzontale; per diametri superiori a 2" devono comunque essere a molla.

Essi devono, in ogni caso, essere facilmente smontabili e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni, impiegando del materiale antivibrante tra tubazioni e supporti.

La distanza massima ammissibile tra i supporti è data dalla seguente tabella:

Diametro tubazioni (Diametro Nominale)	Distanza in orizzontale (m)	Distanza in verticale (m)
DN 20 o inferiore	1,5	1,6
DN 20 - DN 40	2,0	2,4
DN 50 - DN 65	2,5	3,0
DN 80	3,0	4,5
DN 100 - DN 125	4,2	5,7
DN 150	5,1	8,5

Saldature

Il collegamento di unione dei tubi fra loro, nonché fra essi ed i pezzi speciali (curve, raccordi, flange), deve essere realizzato mediante saldatura di testa come di seguito descritto:

L'unione dei tubi deve avvenire mediante saldature eseguite da saldatori qualificati

Le giunzioni delle tubazioni aventi diametro inferiore a DN 50 devono essere di norma realizzate mediante saldatura autogena con fiamma ossiacetilenica.

Le giunzioni delle tubazioni con diametro superiore devono essere eseguite di norma all'arco elettrico a corrente continua.

Non sono ammesse saldature a bicchiere ed a finestre, cioè quelle saldature eseguite dall'interno attraverso una finestrella praticata sulla tubazione, per quelle zone dove non è agevole lavorare con il cannello all'esterno.

Le tubazioni devono essere, pertanto, sempre disposte in maniera tale che anche le saldature in opera possano essere eseguite il più agevolmente possibile; a tal fine le tubazioni devono essere opportunamente distanziate fra loro, anche per consentire un facile lavoro di coibentazione, come pure devono essere sufficientemente distaccate dalle strutture dei fabbricati.

L'unione delle flange con il tubo deve avvenire mediante saldatura elettrica od autogena.

L'Appaltatore è tenuto a far eseguire da ditte specializzate a propria cura e spese, verifiche a ultrasuoni su campioni di saldatura (circa 10% del totale) espressamente indicati dalla Stazione Appaltante. Di dette prove l'Appaltatore dovrà fornire alla Stazione Appaltante i relativi certificati di prova.

Dilatazioni

Ove necessario, si devono prevedere sulle tubazioni dilatatori, punti fissi e punti di scorrimento.

Compartimentazioni

L'attraversamento di pareti di compartimentazione da parte delle tubazioni in acciaio, in PVC o in PEAD dovrà avvenire mediante l'utilizzo di barriere passive resistenti al fuoco, costituite da foglio in

gomma espandente senza alogeni EHF od equivalenti, stucco resistente al fuoco di tipo siliconico od equivalente, pannello in lana minerale ad alta densità, stucco resistente al fuoco.

Individuazione dei circuiti

Tutti i circuiti devono essere identificati mediante l'apposizione sugli stessi di targhette di definizione ovunque necessario.

Inoltre la classificazione dei condotti deve essere consentita mediante l'applicazione di opportuna colorazione sugli stessi come da norma UNI 56-34-65 P come di seguito indicato:

- | | |
|--------------------------------------|----------------------|
| • Acqua calda per riscald.(mandata): | Rosso |
| • Acqua calda per riscald.(ritorno): | Rosso fascia blu |
| • Acqua calda sanitaria: | Rosso fascia nera |
| • Ricircolo acqua calda sanitaria: | Rosso due fasce nere |
| • Acqua fredda potabile: | Verde fascia blu |

Tale colorazione può essere applicata su tutta la tubazione oppure a bande di 1 metro poste in vicinanza di valvole, collettori, incroci, passaggi di muri e comunque dove necessario.

La larghezza delle fasce e la loro disposizione deve essere rispondente alla norma UNI precedentemente citata.

Deve essere infine indicato il senso di percorrenza del fluido all'interno delle tubazioni, tramite frecce sulle tubazioni stesse.

Tubazioni per acqua calda di riscaldamento

Nelle parti di impianto che distribuiranno acqua calda di riscaldamento, raffrescamento e raffreddamento presse l'installazione deve seguire le indicazioni di seguito prescritte.

Per diametri da 1/2" sino a 2" nelle centrali tecnologiche e in esterno: tubi gas commerciali serie normale in acciaio Fe 35-1, UNI 8863/87 (ex 3824-74), senza saldatura.

Per diametri da 2" sino a 4" nelle centrali tecnologiche e in esterno: : tubi bollitori di acciaio lisci commerciali senza saldatura in acciaio Fe 35-1, UNI/ISO 4200. Caratteristiche metallurgiche e tolleranze di lavorazione come tabella UNI 663-68. Per le variazioni di direzione, devono essere impiegate curve in acciaio stampato, DIMA 3S o 5S (secondo UNI 663): dette curve devono essere complete per le variazioni di direzione a 90°, doppie per le variazioni di direzione a 180°, sezionate opportunamente per tutti i rimanenti casi. I tee devono essere realizzati ad innesto con il sistema "a scarpa", ciascuno costituito da curva in acciaio a 90° di adatto diametro ed opportunamente sagomata in modo da ottenere una perfetta corrispondenza con l'apertura sul fianco del tubo costituente il circuito principale.

Le tubazioni devono essere messe in opera a perfetta regola d'arte: si prescrive, in particolare, che risulti assicurata la linearità dei tubi aventi gli assi fra loro allineati, che i tratti verticali risultino perfettamente a piombo, che i tratti orizzontali risultino perfettamente in bolla.

Fanno eccezione, a quest'ultimo proposito, i tratti orizzontali appartenenti a circuiti per i quali siano date, sui disegni di progetto, esplicite indicazioni concernenti la direzione ed il valore da assegnare alla pendenza.

I pattini di appoggio dei tubi sulle staffe non devono essere collegati direttamente con la superficie del tubo, in quanto ciò darebbe luogo a ponti termici; fra ciascun pattino ed il tubo occorre interporre anelli di legno (o materiale equivalente) aventi spessore uguale a quello dell'isolamento.

Intorno ad ogni anello deve essere montata una staffa in piatto (divisa in due parti uguali da unire mediante bulloni completi di dado) sulla quale deve essere poi fissato il pattino vero e proprio. Il dimensionamento (nonchè la scelta del tipo di materiale) di questi dispositivi, deve essere tale da consentire loro di sopportare il peso proprio (tubo più acqua, più isolamento termico), nonché gli sforzi a cui possono essere assoggettati in tutte le possibili condizioni di funzionamento.

Il circuito deve essere equipaggiato dei dispositivi per lo sfogo dell'aria in ciascun "punto alto" e di quelli per lo scarico dell'acqua da ciascun "punto basso"; per punto alto si intende quello nel quale, rispetto al senso di moto dell'acqua all'interno del tubo, la quota del tubo diminuisce spostandosi verso monte oppure verso valle; per punto basso si intende quello nel quale, con la medesima convenzione ora esposta, la quota del tubo aumenta spostandosi verso monte oppure verso valle.

Nella realizzazione pratica dei tubi alti deve essere osservate le seguenti prescrizioni:

- è consentito l'uso dei dispositivi del tipo a sfogo automatico dell'aria, solo per lo sfogo di brevi tratti di tubazione;
- il collegamento fra un punto alto ed il tubo facente parte del dispositivo di sfogo aria, deve essere realizzato con modalità tali che l'aria, una volta accumulata nel punto alto, non incontri alcuna difficoltà ad abbandonare la tubazione costituente il circuito: ciò in una qualsiasi delle condizioni di funzionamento (velocità dell'acqua al valore di progetto oppure velocità dell'acqua nulla);
- immediatamente al di sopra del punto di collegamento con la tubazione del circuito principale, ciascuno sfogo d'aria deve comprendere un barilotto in acciaio nero, avente una capacità non inferiore a 0,4 dm³, destinato a contenere tutta l'aria che tendesse a raccogliersi nel punto alto durante l'intervallo di tempo compreso fra 2 successive manovre di spurgo.
- Al di sopra del barilotto ora menzionato, il tubo di sfogo deve riprendere il diametro iniziale, essere curvato a 180° e scendere verso il basso fino a quota +1,40 m dal pavimento, dove dovrà essere installato il rubinetto per la manovra di sfogo;
- il rubinetto di sfogo deve essere del tipo a sfera.
- immediatamente al di sotto del rubinetto ora menzionato, deve essere installato un imbuto collegato con la rete di scarico.
- Le dimensioni e la forma dell'imbuto, nonché la posizione relativa "rubinetto/imbuto", dovranno risultare tali che non si verifichino fuoriuscite di acqua (per traboccamento oppure in seguito a spruzzi) durante la manovra di sfogo e, contemporaneamente, l'operatore possa seguire senza incertezza le varie fasi di eliminazione dell'aria;
- il sistema di ancoraggio alle strutture del dispositivo di sfogo aria deve possedere caratteristiche di rigidità e robustezza tali che non si verifichino spostamenti durante le manovre del rubinetto, nè vibrazioni durante i transitori di pressione conseguenti all'afflusso di acqua mescolata con aria;
- si raccomanda, di raggruppare, dove possibile, su unico imbuto più sfoghi d'aria; è vietato invece riunire più tubazioni di sfogo su unico rubinetto perché altrimenti si originerebbero circolazioni parassite di acqua in grado di influire negativamente sul buon funzionamento dell'impianto.

Per quanto riguarda i dispositivi di scarico dei punti bassi, valgono le medesime prescrizioni date per gli sfoghi d'aria, a proposito del rubinetto e dell'imbuto di raccolta e scarico: non risulta invece necessaria l'installazione del barilotto, mentre il collegamento dovrà essere realizzato nel punto più basso del tratto del circuito da vuotare.

Tubazioni per acqua potabile

Le modifiche da realizzare al sistema di carico dell'acqua potabile e per l'inserimento dell'impianto di addolcimento/condizionamento dovranno essere realizzate con tubazioni in acciaio senza saldatura, zincate, serie gas normale secondo UNI 8863/87 (ex 3824-74).

I tubi in acciaio zincato devono rispondere alle norme UNI 8863/87 (ex 3824), UNI 4148, UNI 4149 e UNI 6363.

Tali tubazioni non devono essere impiegate per convogliare acqua con temperatura superiore a 60°C e con durezza inferiore a 10°F.

Le tubazioni non devono essere piegate a caldo oppure a freddo per angoli superiori a 45° e non devono essere sottoposte a saldature sia autogena che elettrica.

Le estremità dei tubi dopo il taglio e la filettatura devono essere prive di bave ed in caso dovranno essere fresate.

E' prescritto l'uso dei bocchettoni a tre pezzi a filetto conico ogni 10 m e comunque là dove è necessario per rendere facile la smontabilità.

L'impiego di riduzioni è obbligatorio sulle diramazioni a T inferiori di 2" alla dimensione della tubazione principale.

I lubrificanti per il taglio e i prodotti per la tenuta non possono contenere:

oli minerali o grafite;

additivi solubili o no, contenenti prodotti a base di cloro, fosforo e zolfo;

sostanze in genere che possono compromettere la potabilità dell'acqua.

Le filettature per le giunzioni a vite devono essere del tipo normalizzato con filetto conico. Le filettature cilindriche non sono ammesse quando si dovrà garantire la tenuta.

Verniciature

Tutte le tubazioni e apparecchiature in acciaio nero e tutti i materiali metallici non zincati costituenti mensole, ecc. devono essere verniciate con due mani di "antiruggine" di colore diverso e successivamente da una mano finale di vernice a smalto nel colore e tipo stabilito dal Committente.

Le superfici da proteggere devono essere pulite a fondo con spazzola metallica e sgrassate.

La prima mano di antiruggine deve essere a pennello, la seconda deve consentire l'impiego in totale di una quantità di prodotto non inferiore a 0,4 kg per mq di superficie da proteggere, qualora la prima mano risulti applicata a piè d'opera si deve procedere ai necessari ritocchi e ripristini (con tubazione in opera) prima della stesura della seconda mano.

Le due mani di vernice non possono essere applicate contemporaneamente.

Prima del posizionamento sugli appoggi e delle operazioni di saldatura, le verghe di tubo devono essere verniciate antiruggine con una prima mano di minio sintetico, data a pannello previa accurata pulitura e scartavetratura della superficie corrispondente.

Tutte le linee devono essere identificate mediante applicazione di fasce o bande segnaletiche (tubi coibentati e/o zincati) o con colorazioni caratteristiche a smalto da concordarsi con il Committente (tubi neri e staffaggi).

Le verniciature, le colorazioni caratteristiche e gli accessori di identificazione di tubazioni e apparecchiature devono essere in accordo alla normativa UNI 5634-65P del 9.1965.

Valvolame

Il valvolame da installare deve avere le seguenti caratteristiche (qualora flangiata, ciascuna valvola si intende completa di controflange, bulloni e guarnizioni):

Valvolame per impianto idrico-sanitario

a) Si devono adottare, sulle tubazioni entranti nell'edificio e sulle tubazioni nella centrale, saracinesche di ghisa sferoidale PN 16 a corpo piatto o ovale, con otturatore rivestito in gomma, esente da manutenzione.

Devono essere impiegate flange forate UNI 2223-2229 PN 10 con controflange a collarino UNI 2254-2229 PN 10 sino a diam. 4" e controflange UNI 2277-2229 PN 10 e UNI 2278-2229 PN 10 per i diametri superiori a 4".

Le guarnizioni di tenuta sulle flange devono essere di spessore minimo 2 mm.

b) Le intercettazioni sulle tubazioni con piccoli diametri e sulle colonne di alimentazione ai piani sono con valvole a sfera a passaggio totale con corpo in ottone cromato, con maniglia di manovra in lega di alluminio verniciata, attacchi filettati gas UNI/DIN.

Tutti i circuiti sezionati devono avere rubinetti di scarico a maschio passante, a flange di ghisa, con maschio in bronzo.

Valvolame per acqua calda

Le valvole di intercettazione su collettori, pompe e circuiti delle centrali devono essere del tipo a flusso avviato in ghisa PN 16 esenti da manutenzione, corpo in ghisa PN 16, corpo, cappello, premistoppa e volantino in ghisa, otturatore in acciaio forgiato, anelli di tenuta in acciaio inox AISI 304, premistoppa regolabile atto a funzionare con acqua da +90°C a +5°C.

Devono essere impiegate flange forate UNI 2223-2229 PN 10 con controflange a collarino UNI 2254-2229 PN 10 sino a diam. 4".

Le guarnizioni di tenuta sulle flange devono essere di spessore minimo 2 mm.

Compensatori di dilatazione

Generalità

Tutti i compensatori in seguito descritti sono del tipo a soffietto e devono essere installati, ove necessario, sulle linee del riscaldamento.

Compensatori lineari guidati

I compensatori di dilatazione assiale agiscono in genere solo nella direzione del proprio asse.

Poiché essi possono assorbire dilatazioni di modesta entità, essi trovano applicazione specialmente in tratti di tubo o collegamenti di apparecchiature, che siano di breve lunghezza e perfettamente rettilinei.

Poiché a causa delle spinte generate dalla pressione di esercizio la tubazione viene a trovarsi sottoposta a carico di punta, ogni tratto di tubo compensato tra due punti fissi deve essere perfettamente rettilineo. Tra due punti fissi inoltre può venire installato un solo compensatore.

Il compensatore di dilatazione assiale assorbe un movimento totale che è la somma di un movimento di allungamento rispetto alla sua lunghezza libera (posizione di riposo del compensatore libero).

L'armatura rappresentata dai tiranti e dai loro attacchi deve reagire, sotto la pressione di esercizio, alle spinte generate dai due soffietti, creando così un sistema chiuso di forze equilibrate, le quali non si trasmettono più, a meno di trascurabili residui, sui punti fissi delle tubazioni.

Un compensatore di dilatazione per essere in grado di assorbire il movimento totale di compressione deve essere preteso in fase di montaggio di metà movimento. Durante la compressione, a metà

movimento, ritorna nella posizione di riposo e nella successiva compressione viene ancora deformato di metà del movimento.

La lunghezza di montaggio del componente deve essere uguale alla lunghezza libera più la metà della dilatazione massima effettiva considerata.

Le temperature da considerare per calcolare le dilatazioni che i compensatori dovranno assorbire, sono quella massima di esercizio o di progetto del fluido che percorrerà le tubazioni e quella minima ambiente che può essere raggiunta sia in esercizio che con impianto fermo o in fase di montaggio.

Il movimento totale del compensatore dovrà essere sufficiente per assorbire la deformazione massima totale della tubazione in tutte le possibili condizioni (temperatura ambiente massima e minima, riscaldamento eccezionale, sottoraffreddamento ecc.)

Le spinte esercitate dalla pressione esistente nella tubazione e conseguenti alla deformazione del compensatore devono essere scaricate sui punti fissi principali opportunamente predisposti per consentire ai compensatori di assorbire solo movimenti assiali e quindi sistemati in tutti i cambiamenti di direzione delle tubazioni.

Punti fissi

Per punto fisso si intende un ancoraggio in grado di bloccare le tubazioni con sufficiente rigidità per impedire qualsiasi movimento in ogni condizione.

Punti fissi intermedi

I punti fissi intermedi hanno lo scopo di suddividere le tubazioni rettilinee in tratti di minore lunghezza per non superare il movimento massimo del compensatore. Tra due punti fissi intermedi va inserito un solo compensatore.

Quando un punto fisso è inserito in un tratto di tubazione rettilineo con diametro costante, le spinte esercitate su di esso dai due tratti adiacenti sono uguali e contrarie e quindi esso non è soggetto ad alcuna spinta se non quelle per la deformazione del soffietto e per attrito delle guide.

Compensatori a snodo

A differenza dei compensatori assiali nei quali il lavoro è a trazione o a compressione, i compensatori a snodo si spostano lateralmente.

La compensazione di questo tipo di compensatori è tanto maggiore quanto più è lungo il compensatore.

Per limitare le dilatazioni oltre una certa misura, all'estremità dei due soffietti sono applicati due ancoraggi, collegati tra loro a mezzo di due o più tiranti con due cerniere ciascuno.

L'armatura rappresentata dai tiranti e dai loro attacchi deve reagire, sotto la pressione di esercizio, alle spinte generate dai due soffietti, creando così un sistema chiuso di forze equilibrate, le quali non si trasmettono più, a meno di trascurabili residui, sui punti fissi delle tubazioni.

Per ovviare l'effetto di carico di punta all'interno del compensatore devono essere previsti opportuni dispositivi che tengano centrato l'intertubo tra i due soffietti.

A seguito della loro particolare conformazione i compensatori a snodo vanno installati, verticalmente od orizzontalmente, sempre con un angolo di 90° rispetto alla tubazione da compensare.

Al contrario di quanto succede per i compensatori assiali per i quali i punti fissi devono essere molto robusti, qui gli ancoraggi vengono sottoposti solo alla piccola resistenza propria del compensatore al movimento, nonché alla somma degli attriti delle guide.

I compensatori a snodo non hanno particolari esigenze circa la robustezza delle guide; importante è solo che in vicinanza del compensatore queste abbiano un gioco laterale sufficiente per assorbire l'altezza dell'arco descritto e che siano facilmente scorrevoli.

Giunti snodati

Mentre un compensatore di dilatazione assiale od a snodo rappresenta un'unità di compensazione indipendente e completa, il giunto snodato è di per se stesso solamente un elemento di compensazione, in pratica è una cerniera.

I giunti angolari rappresentano quindi gli elementi componibili mediante i quali si possono risolvere tutti i problemi di compensazione con spinte trascurabili a qualsiasi pressione e si adattano alla compensazione sia di tortuosi collegamenti di centrale che di lunghe condotte.

Tra due punti fissi può essere installato un solo sistema snodato di due o tre giunti.

La pre-deformazione di montaggio è pari al 50% delle dilatazioni totali ma non per il singolo giunto ma bensì del sistema di deformazione completo.

Punti fissi

Le sollecitazioni sui punti fissi sono molto modeste e sono date esclusivamente dalle resistenza propria del sistema e dalla somma degli attriti delle guide delle tubazioni, dato che le spinte dovute alla pressione di esercizio sono completamente assorbite dall'armatura dei giunti.

Guide

Una coppia di guide deve essere posta immediatamente prima e dopo il sistema.

Le guide per lunghi tratti di tubazione devono essere a rulli di buona fattura, onde avere modesti attriti.

Gli intertubi tra un giunto e l'altro devono essere sostenuti mediante appoggi o sospensioni scorrevoli in tutte le direzioni sul piano dei giunti stessi in modo da permettere loro traslazioni e scorrimenti secondo le risultanti vettoriali delle dilatazioni.

Compensatori a snodo a cerniera

Vengono utilizzati particolarmente in sistemi di tubazioni quando si debbano assorbire grandi dilatazioni con un ingombro modesto oppure quando esista l'impossibilità di costruire robusti punti fissi, necessari per i compensatori di tipo assiale.

Compensatori a snodo sferico

Vengono utilizzati su tubazioni di limitata lunghezza quando sono presenti contemporaneamente dilatazioni su più direzioni.

Pressioni di prova dei compensatori

E' necessario precisare che i compensatori non possono e non devono venire provati e collaudati con gli stessi criteri che si usano per i recipienti rigidi e per i tubi, giacché essi devono sopportare in esercizio soprattutto sollecitazioni a fatica alternata.

Mentre la pressione di prova dei tubi può essere dannosa per i compensatori in quanto dopo aver superato la prova possono risultare rigidi e non più adatti a reggere a sollecitazione a fatica, la prova sui deformatori deve essere fatta su di un campione di compensatori in fabbrica tramite una prova di rottura a fatica per numero di deformazioni.

Per questo motivo la pressione di prova dei compensatori deve essere pari a 1,25 volte quella di esercizio.

Al fine di ridurre al massimo l'eventuale rottura dei compensatori si deve eliminare la possibilità di colpi d'ariete sulle tubazioni in quanto il repentino ed improvviso aumento di pressione causerebbe la rottura dello stesso.

Per quanto riguarda le distanze e le tipologie di punti fissi e giunti di dilatazione relativi alle condutture realizzate con tubazioni in polibutylene occorre fare riferimento alle indicazioni forniti nel manuale tecnico del costruttore.

Termometri, manometri, flange tarate

Termometri

Termometri a quadrante con scatola cromata, omologati ISPESL, diametro 100 mm.

Termometri da tubazione a gambo radiale o posteriore tipo a bulbo e capillare a dilatazione di mercurio con custodia di ottone in tre pezzi scala $0 \div 90^{\circ}\text{C}$ per acqua calda, completo di pozzetto in acciaio da saldare sul tubo (\varnothing 100 mm).

Manometri

Manometri a quadrante diametro minimo 100 mm atti per acqua calda ($5 \div 90^{\circ}\text{C}$), tipo a membrana con scala compresa tra meno 100% e più 100% della pressione di esercizio.

Rivestimenti isolanti

Materiali isolanti

Gli isolamenti termici saranno realizzati in accordo a quanto prescritto dalla legge 16.1.91 n.10 (ex legge 30.4.76 n.373) e regolamenti di esecuzione..

L'isolamento su tutte le superfici sarà continuo, senza alcuna interruzione, gli staffaggi dovranno quindi essere eseguiti in modo da permettere tale operazione. Eventuali fori per l'attraversamento di muri, grigliati, solette, dovranno essere di dimensioni pari al diametro dei corpi isolati maggiorato di 40 mm.

Materiale isolante a cellule chiuse

Prodotto isolante flessibile estruso a celle chiuse a base di gomma sintetica espansa di colore nero avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- a) Temperatura minima d'impiego: - 40 °C;
- b) Temperatura massima d'impiego: + 90 °C;
- c) Conducibilità termica (controllata secondo norme DIN 52612 e DIN 52613):

a - 40 °C	0,032 W/mK
a - 20 °C	0,034 W/mK
a 0 °C	0,036 W/mK
a + 10 °C	0,037 W/mK
a + 20 °C	0,038 W/mK
a + 40 °C	0,040 W/mK;
- d) Fattore di resistenza alla diffusione del vapore (controllato e certificato secondo norme DIN 52612 e UNI 9233): $\square 3000$;
- e) Coefficiente di diffusione del vapore acqueo

a normale press.atm. e temp. 0°C:	$\square \square 0,21 \times 10^{-9} \text{ kg/mhPa}$;
a normale press.atm. e temp. 23°C:	$\square 0,23 \times 10^{-9} \text{ kg/mhPa}$;
- f) Reazione al fuoco: Classe 1 (con relativa omologazione rilasciata dal Ministero dell'Interno ed estesa a tutta la gamma di spessori)

- g) Dichiarazione di conformità: art.2 comma 2.7 e art.8 comma 8.4 del D.M. 26/6/1984
- h) Assorbimento acustico (DIN 4109): Riduzione dei rumori fino a 30 dB(A)
- i) Posa in opera con idoneo adesivo e detergente.

Lana minerale

Lana di roccia in materassini o in coppelle aventi le seguenti caratteristiche:

- a) densità: 80÷100 kg/mc
- b) coefficiente di conducibilità termica = 0,034÷0,036 Kcal/h m°C (alla temperatura media di 50°C)
- c) temperatura di impiego: massima continua 600°C
- d) temperatura di fusione: 1400°C
- e) costituita da fibre minerali esenti da zolfo o da sostanze incompatibili con le superfici metalliche cui verrà posta in contatto.

Lana di vetro in materassini o coppelle aventi le seguenti caratteristiche:

- a) densità: 65 kg/mc
- b) coefficiente di conducibilità termica = 0,031 alla temperatura media di 50°C
- c) temperatura limite di impiego: 350°C a funzionamento continuo.

Isolanti espansi

Polistirolo espanso in blocchi, lastre, segmenti o coppelle, avente le seguenti caratteristiche:

- a) densità da 15 a 25 kg/mc
- b) conducibilità termica = 0,029/0,027 Kcal/m h°C a ±0°C
- c) calore specifico 0,27 Kcal/kg°C
- d) temperatura d'impiego +75 -150°C
- e) resistenza alla compressione 0,6/1,40 kg/cmq con schiacciamento massimo del 5%
- f) permeabilità al vapore d'acqua 1,50/0,8 g/mq.h
- g) colore bianco
- h) resistente alle sollecitazioni meccaniche
- i) inodore e impermeabile agli odori
- l) fisiologicamente inerte
- m) autoestinguente norme DIN 4102/B1.

Poliuretano espanso in blocchi, lastre, segmenti o coppelle con componenti a base di isocianurati, avente le seguenti caratteristiche:

- a) densità: 35 kg/mc
- b) conducibilità termica a ±0°C = 0,018 Kcal/m.h.°C
- c) temperatura massima d'impiego -185°C +150°C
- d) resistenza alla compressione circa 2 kg/cmq

- e) permeabilità al vapore d'acqua 1,5/1 g/mq.h
- f) percentuale celle chiuse 90%
- g) autoestinguente norme DIN 4102

Polistirene espanso a cellule chiuse in guaine aventi le seguenti caratteristiche:

- a) densità: da 25 a 30 kg/mc
- b) conducibilità termica a +50°C = 0,030 Kcal/m.h.°C

Spessori dell'isolamento

Per i fluidi caldi, in accordo con le prescrizioni della legge 10/91 (ex 373/76), si farà riferimento alle seguenti situazioni:

Cat. A - Tubazioni all'esterno o in ambienti non riscaldati (spessore SA)

Cat. B - Tubazioni montanti in tamponamenti (spessore SB=0,5·SA)

Cat. C - Tubazioni all'interno del fabbricato (spess. SC=0,3·SA)

Tubazioni acqua calda riscaldamento e acqua calda sanitaria.

Le prescrizioni indicate in questo paragrafo vanno considerate sia per i tubi percorsi dall'acqua calda sanitaria che per quelli relativi all'impianto di riscaldamento.

Le tubazioni dei circuiti sopra indicati devono essere isolate con coppelle in lana minerale, legate con lacci di filo di acciaio zincato ricotto, ed aventi i seguenti spessori [mm]:

Diametro	acqua calda Cat. A
1/2"	25
3/4"	30
1"	30
1 1/4"	30
1 1/2"	30
2"	40
2 1/2"	40
3"	40
4"	50
5"	50
6"	50

L'isolamento delle tubazioni nelle centrali e nelle sottocentrali collocati in locali chiusi sarà completato tramite rivestimento in PVC. Per i tratti di tubazioni delle sottocentrali poste sulla copertura su spazi aperti la finitura sarà realizzata con lamierino di alluminio spessore 6/10 mm.

Finitura

Laddove prevista, la finitura sarà eseguita per tutte le tubazioni mediante rivestimento con lamierino di alluminio al 99,5% spessore 6/10 mm, lucido semicrudo, sagomato, bordato e calandrato a perfetta regola d'arte. Il fissaggio sarà eseguito mediante viti autofilettanti 4,2x13 inox.

Apparecchi e serbatoi

Le apparecchiature, i collettori ed i serbatoi in servizio caldo verranno coibentati tramite applicazione di:

- anelli distanziatori di supporto in ferro piatto 25x3,
- materassino lana di roccia spessore min. 50 mm,
- rete metallica zincata triplice torsione maglia esagonale 25/3,
- legatura con lacci di acciaio zincato ricotto,
- finitura esterna in lamierino di alluminio al 99,5%, spessore 8/10 lucido semicrudo, sagomato, bordato e calandrato a perfetta regola d'arte,
- fissaggio mediante viti autofilettanti 4,2x13 inox.

Staffaggi

Oltre a quanto indicato nel paragrafo relativo alle tubazioni si precisa quanto segue.

Gli staffaggi costituiscono l'elemento intermedio di collegamento fra i tubi e la struttura dell'edificio servito dall'impianto di cui trattasi.

Fra essi si distinguono i seguenti tipi principali:

- appoggi di scorrimento con 2 gradi di libertà;
- appoggi di scorrimento con 1 grado di libertà (guide);
- punti fissi;
- sospensioni elastiche.

Fatta eccezione per quest'ultima categoria, che deve corrispondere ai modelli prodotti da costruttori specializzati, tutte le staffe devono essere corrispondenti alle indicazioni contenute nel presente capitolato.

Il dimensionamento di ciascuna staffa, nonché degli elementi per il collegamento alla struttura, deve essere condotto introducendo nei calcoli tutte le forze che agiscono su essa, cioè in dettaglio:

a) per gli appoggi:

- le forze verticali dovute al peso proprio della staffa;
- le forze verticali dovute al sovraccarico (peso proprio tubo, peso fluido contenuto nel suo interno, peso isolamento termico);

- le forze orizzontali dovute al prodotto del sovraccarico per il coefficiente di attrito radente fra staffe e pattini (nel caso in cui siano prescritti i rulli, deve essere preso in esame il coefficiente di attrito volvente).

b) per i punti fissi:

- le forze verticali dovute al peso proprio della staffa;
- tutte le forze ed i momenti trasmetti dal tubo nelle condizioni estreme di funzionamento così definite:
- massima dilatazione (temperatura elevata);
- massima pretensione (a freddo).

In corrispondenza alle forze precedentemente definite, deve essere verificato che le sollecitazioni unitarie siano contenute entro i valori assimilabili e, soprattutto, che la componente della freccia massima secondo uno qualsiasi dei tre assi ortogonali di riferimento non risulti superiore a 3 mm. in valore assoluto.

Prima della messa in opera, tutte le staffe devono essere verniciate con antiruggine e vernice a smalto, secondo quanto previsto all'apposito capitolo.

Il collegamento fra ciascuna staffa e la struttura dell'edificio deve essere realizzato con l'impiego di tasselli autopercoranti per cemento armato e successiva sigillatura con malta di adatte caratteristiche; invece vietato l'impiego di chiodi a sparo.

Sulle strutture in calcestruzzo prefabbricato è consentito solo l'uso di tasselli autopercoranti, se non altrimenti predisposto.

Gli organi di fissaggio dovranno essere di tipo smontabile così da permettere una rapida rimozione delle condutture.

Disconnettore

Deve essere installato sulle tubazioni di acqua potabile per alimentazioni di fabbisogni tecnologici, allo scopo di impedire eventuali contaminazioni della rete idrica sanitaria.

Si prevede l'installazione di tale dispositivo sullo stacco per l'alimentazione delle centrali termiche.

I dati di impiego dei disconnettori sono i seguenti:

- Temperatura massima di esercizio: 75°C;
- Pressione nominale: PN 10;
- Fluido impiego: acqua.

Il gruppo è composto da:

- Sconnettore a zona di pressione ridotta controllabile;
- Filtro con scarico;
- Valvole di intercettazione a saracinesca.

Sconnettore a zona di pressione ridotta controllabile

Caratteristiche costruttive

Sconnettore a tre vie del tipo a zona di pressione ridotta controllabile; ad azione positiva e conforme norma UNI 9157 e norma NF 43.010.

Corpo con sagomature interne atte ad evitare il deposito di impurità, (realizzato in bronzo fino al DN 100 ed in ghisa rivestita con resina epossidica atossica per DN superiori).

Ritegni in bronzo, dotati di guaina inox anti-incrostazione sugli alberi di scorrimento ed equipaggiati con molle in acciaio inox.

Guarnizioni di tenuta dei ritegni in EDPM, sedi di tenuta in bronzo teflonato.

Meccanismo di controllo della pressione differenziale a diaframma, dotato di membrana in tessuto poliammidico a struttura compatta con rivestimento in neoprene aderente.

Attacchi flangiati UNI 2223 serie PN 10.

Dispositivo di scarico con bocca di efflusso non raccordabile.

Prestazioni

Portata dello sconnettore alle perdite di carico di riferimento e portata di scarico richiesta, valutata nelle condizioni indicate dalla norma UNI 9157:

DN	Portata (mc/h)	Perdita di carico (bar)	Portata di scarico (l/s)
40	23	1,1	0,65
50	37	1,1	1,25

Pressione differenziale di intervento: 140 mbar

Lo sconnettore deve essere corredato del certificato di conformità alla norma UNI 9157 e delle istruzioni per l'esecuzione del controllo periodico sul dispositivo.

Filtro con scarico

Corpo e coperchio in ghisa, rivestiti internamente ed esternamente con vernice epossidica atossica. Sezione filtrante costituita da tela in acciaio inox. Dimensioni maglie tela filtrante: 1 mm.

Attacchi flangiati UNI 2223 serie PN 10.

Completo di rubinetto di scarico.

Pressione diff. sopportabile in caso di intasamento: 16 bar.

Valvole di intercettazione a saracinesca

Corpo e coperchio in ghisa, rivestiti internamente ed esternamente con vernice epossidica atossica.

Otturatore a cuneo in ghisa, rivestito di elastomero e dotato di pattini laterali di guida.

Attacchi flangiati UNI 2223 serie PN 10.

4.9 Prescrizioni tecniche costruttive del sistema di regolazione e controllo

Gli impianti meccanici saranno dotati di sistema di regolazione che consentirà di gestire le apparecchiature presenti nella centrale termica a cippato e in quella tradizionale. In particolare la gestione della caldaia a cippato completa di tutti gli accessori, delle pompe primarie, della valvola miscelatrice posta sul ritorno caldaia saranno gestite mediante la centralina di controllo fornita dal costruttore del generatore a biomassa. Gli altri apparati, comprensivi di gruppi di pompaggio, generatore modulante a condensazione, regolazione climatica a temperatura scorrevole sul generatore e regolazioni climatiche sul circuito radiatori e radiante saranno invece gestiti attraverso idoneo PLC tipo Coster YLC740 completo di moduli di espansione (n°3 espansioni PEC442) nella misura tale da consentire il pilotamento di tutti i dispositivi presenti e il controllo di tutti i punti presenti.

Il sistema telegestione e termoregolazione liberamente programmabile, sarà quindi completo di regolatore digitale per il controllo dei principali apparati di centrale (2 caldaie, pompe di circolazione, ecc.), con regolazione modulante per il comando di due valvole motorizzate a tre vie (una sul circuito radiatori e l'altra sul sistema radiante al servizio della palestra). Saranno quindi presenti la sonda di temperatura esterna per regolazione climatica (2 utenze separate), le sonde di temperatura ad immersione per collettori, tubazione e puffer (per un totale di 9).

Il sistema sarà completo di accessori di comando e controllo, modem gsm e quanto necessario per dare l'opera completa e funzionante.

Nella fornitura e posa sarà obbligatoriamente inclusa la memoria SDcard, la programmazione e il primo avviamento effettuato da centro assistenza.

Ogni radiatore dovrà essere corredato di valvola termostatica completa di testina con sistema di blocco di sicurezza. I circuiti radianti saranno invece comprensivi di attuatori elettrotermici completi di contatto di chiusura. In caso di chiusura di tutti i circuiti il circolatore di pertinenza dovrà essere spento dal PLC centralizzato.

Il PLC dovrà sempre dare la precedenza al funzionamento del generatore a biomassa. Nel caso di necessità gestirà l'inserimento in cascata del generatore a condensazione. Nel caso di eventuale blocco al generatore a biomassa, il PLC provvederà alla segnalazione in remoto dell'allarme e all'entrata in servizio automatica del generatore di calore a gas.

I circolatori dotati di inverter gestiranno le prestazioni idrauliche mantenendo costante la pressione differenziale. La portata si adatterà pertanto al carico allacciato (zona laboratori/zona palestra).

L'intervento comprenderà la fornitura e posa in opera dell'impianto elettrico delle centrali termiche con nuovo quadro di alimentazione, interruttori esterni di emergenza e tutte le linee necessarie per alimentare le singole utenze.

4.9.1 Strumentazione Impianti idrotermici

Nel presente paragrafo sono riportate le caratteristiche tecniche degli elementi in campo.

4.9.1.1 Termostato

Il sensore elettronico di temperatura dei termostati avrà un alto coefficiente di variazione della resistenza a fronte di una variazione-unitaria della temperatura allo scopo di assicurare un'altra risoluzione della misura.

L'applicazione sarà da ambiente e il sensore sarà a bordo del termostato.

Da ambiente

Campo d'impiego (T1)	0 ÷ +50 °C
Classe di isolamento	III
Tipo di protezione	IP 30 VDE 0631 DIN 40050
Temperatura ambiente	
in esercizio	+0 ÷ +50 °C
di magazzino	-25 ÷ +65 °C

Il termostato dovrà consentire la programmazione della temperatura da mantenere nel locale; sarà dotato di display a cristalli liquidi. Sarà possibile operare sia in riscaldamento che in raffrescamento. Detta specifica è valida anche per le sonde in dotazione con i ventilconvettori.

4.9.1.2 Sonde di temperatura da esterno

La sonda climatica esterna al servizio della centralina climatica di gestione delle caldaie avrà le seguenti caratteristiche:

Campo di misura (T1)	-30 ÷ +50 °C
Classe di isolamento	II
Tipo di protezione della	IP 43
Temperatura ambiente	
in esercizio	-40 ÷ +60 °C
di magazzino	-40 ÷ +65 °C

4.9.1.3 Sonde di temperatura ad immersione

Le sonde di temperatura poste sui volani termici caldi e freddi per segnalare allarmi di malfunzionamento saranno di tipo ad immersione dotate di sensore PT 100 a 3 fili in classe di precisione "A" adatta al rilievo della temperatura nel campo 5°C – 70°C.

4.9.1.4 Termostati ad immersione

La sonda del termostato avrà le seguenti caratteristiche:

Campo di misura (T1)	-30 ÷ +130 °C
Pressione massima di esercizio	40 bar
Costanti di tempo	20 sec
Tempo morto	2 sec
Classe d'isolamento	III
Tipo di protezione	IP 32 della custodia DIN 40040
Temperatura ambiente:	
in esercizio	-15 ÷ +50 °C
di magazzino	-25 ÷ +65 °C

4.9.1.5 Valvole a tre vie miscelatrici modulanti per acqua calda

Valvola servocomandata per acqua calda e refrigerata a tre vie miscelatrice, filettato maschio, completo di manicotti, per DN ≤ 50; flangiata per DN >50.

Premistoppa a perfetta tenuta, sia a caldo che a freddo, sede ed otturatore in acciaio.

Le valvole saranno del tipo bilanciato, complete di comando manuale e di dispositivo di ritorno in posizione di riposo.

Caratteristiche di lavoro lineare.

Capacità di regolazione KVS > KVR

Caratteristiche tecniche

Tensione di comando	24V +/-20% - 0 ÷ 10V
pressione nominale	PN6÷PN16
Temperatura acqua massima	120 °C
Senza corrente	via 1 3 aperta

Regolazione manuale

Una maniglia o manopola permette di azionare manualmente la valvola.

Servocomandi per valvole miscelatrici

Caratteristiche tecniche

Tipo di protezione	IP 54 secondo IEC 529
--------------------	-----------------------

4.10 Sostituzione dei corpi illuminanti

Si prevede la sostituzione di tutti i corpi illuminanti con nuove armature/lampade a led, caratterizzate da un consumo energetico ridotto.

I prodotti dovranno essere di primaria marca, equivalenti a quanto indicato a progetto. I prodotti di riferimento restano quindi:

- plafoniere integrate LED in sostituzione delle lampade a tubi fluorescenti 2x36W, tipo Ideallux, modello BB TECK, potenza 43W, 7260 lm, IP40, (codice BBT44N01);
- plafoniere stagne in polycarbonato integrate LED in sostituzione alle lampade a tubi fluorescenti 1x18W, tipo Ideallux, potenza 10W, 1350 lm, IP67, (codice INSP10N);
- plafoniera stagna in polycarbonato integrata LED in sostituzione alla lampada a tubi fluorescenti 2x18W, tipo Ideallux, potenza 20W, 2700 lm, IP67, (codice INSP20N);
- proiettori industriali a parete a LED in sostituzione dei proiettori alogeni, tipo Ideallux, modello GURU AS, potenza 99W, 11160 lm, IP 65, (codice KGU10ASN08);
- LED Panel 60x60 con cornice bianca, in luogo delle plafoniere a parete, tipo Disano, potenza 33W, 3200 lm, 4000K, CRI 80, IP40, (codice 22184371-00).

E' facoltà dell'Impresa di proporre altre marche/modelli, purché con caratteristiche equivalenti; eventuale modifica dei materiali dovrà essere comunque sottoposta ad approvazione della DL.

Nell'attività sarà compresa la fornitura e posa in opera dei nuovi corpi illuminanti, lo smaltimento dei vecchi, il collegamento e le modifiche del caso all'impianto elettrico, nonché la prima accensione.

4.11 Impianto solare fotovoltaico

Si prevede l'installazione di 59 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino aventi, ciascuno, una potenza massima (o di picco) pari a 333 Wp, ottenendo così un impianto capace di una potenza di picco pari a circa 19,65 kWp.

I moduli fotovoltaici sono sottesi a due distinti inverter, costituendo di fatto tre diversi generatori; in particolare:

- n°1 Inverter 1: 12.5 k con Stringa 1 SUD costituita da 27 Moduli – Stringa 2 EST costituita da 17 Moduli;
- n°1 Inverter 2: 4k con Stringa OVEST costituita da 15 Moduli.

I moduli fotovoltaici, tipo ALEO SOLAR X63.333 Wp, sono realizzati in silicio monocristallino, rispondenti alla normativa CEI/IEC 61215 e dispongono di una garanzia lineare di 25 anni (pari a - 0,69% / anno a partire dal 2° anno) entro i quali la potenza produttiva del modulo non deve scendere al di sotto dell'80% della massima dichiarata dal costruttore stesso. Il prodotto è coperto da una garanzia di 25 anni sul prodotto, con efficienza pari al 19,00% e tolleranza massima: 0/+4,99. Il pannello dispone delle seguenti certificazioni/caratteristiche:

- IEC 61215, IEC 61730-1/-2;
- IEC 62716 – Certificato di resistenza all'ammoniaca;
- IEC 61701 – Resistenza alla nebbia salina;
- IEC 62804 – Resistenza a PID;
- MCS 010; MCS 005;
- PID Free;
- grado di resistenza al fuoco in classe C, classe 1 (Italia);
- classe di isolamento II;
- identificazione di ogni singolo modulo mediante targa contenente il nome del costruttore, il nome del modello e le caratteristiche tecniche;
- garanzia di riciclo PV Cycle.

Il generatore al servizio della falda sud, denominato nell'ambito del progetto "Generatore G1 SUD" è così caratterizzato:

- massima potenza = $333\text{Wp} \times 27 = 8991,00\text{ Wp}$;
- tensione alla massima potenza = $33,20\text{ V} \times 27 = 896,40\text{ V}$ (moduli in serie);
- corrente di massima potenza (I_{mp}) = 10,00 A (invariata, considerando la connessione serie dei moduli);
- corrente di corto circuito (I_{sc}) = 10,55 A (invariata, considerando la connessione serie dei moduli);
- tensione di circuito aperto (V_{oc}) = $40,20\text{ V} \times 27 = 1085,40\text{ V}$ (moduli in serie).

Il generatore al servizio della falda est, denominato nell'ambito del progetto "Generatore G2 EST" è così caratterizzato:

- massima potenza = $333\text{Wp} \times 17 = 5661,00 \text{ Wp}$;
- tensione alla massima potenza = $33,20 \text{ V} \times 17 = 564,40 \text{ V}$ (moduli in serie);
- corrente di massima potenza (I_{mp}) = $10,00 \text{ A}$ (invariata, considerando la connessione serie dei moduli);
- corrente di corto circuito (I_{sc}) = $10,55 \text{ A}$ (invariata, considerando la connessione serie dei moduli) Tensione di circuito aperto (V_{oc}) = $40,20 \text{ V} \times 17 = 683,40 \text{ V}$ (moduli in serie).

Il generatore al servizio della falda ovest, denominato nell'ambito del progetto "Generatore G2 OVEST" è così caratterizzato:

- massima potenza = $333\text{Wp} \times 15 = 4995,00 \text{ Wp}$;
- tensione alla massima potenza = $33,20 \text{ V} \times 15 = 498,00 \text{ V}$ (moduli in serie);
- corrente di massima potenza (I_{mp}) = $10,00 \text{ A}$ (invariata, considerando la connessione serie dei moduli);
- corrente di corto circuito (I_{sc}) = $10,55 \text{ A}$ (invariata, considerando la connessione serie dei moduli) Tensione di circuito aperto (V_{oc}) = $40,20 \text{ V} \times 15 = 603,00 \text{ V}$ (moduli in serie).

L'impianto fotovoltaico sarà completo di quadro di protezione e sezionamento lato corrente continua. Ogni stringa sarà collegata al quadro di protezione lato corrente continua con componenti adatti a funzionare in corrente continua. Il sezionamento e protezione in corrente continua sarà realizzato con interruttori magnetotermici di adeguato potere di interruzione. Gli interruttori magnetotermici saranno equipaggiati con bobina di apertura a lancio di corrente collegata al pulsante di emergenza generale dell'edificio. In caso di emergenza, la disalimentazione generale degli impianti elettrici determinerà anche l'apertura dei circuiti in corrente continua.

Gli inverter, convertitori CC/CA sono stati selezionati seguendo i criteri di seguito indicati. Per la trasformazione da corrente continua in alternata si è previsto l'utilizzo di n. 2 inverter trifase.

L'inverter fotovoltaico CC/CA è specificamente progettato per funzionare con gli ottimizzatori di potenza. Poiché la gestione della tensione e dei punti di massima potenza (MPPT) è eseguita da parte dell'ottimizzatore di potenza per ciascun modulo separatamente, l'inverter è responsabile solo per la conversione della corrente continua a corrente alternata (CC/CA).

I componenti selezionati, inverter trifase tipo SolarEdge SE5K - SE12.5K sono infatti specificamente progettati per funzionare con ottimizzatori di potenza. Garantiscono:

- un'efficienza superiore (pari al 98%);
- un monitoraggio incorporato a livello dei moduli;
- una connessione a Internet via Ethernet o Wireless;
- grado di protezione IP65, consentendo volendo l'installazione sia per uso interno che esterno.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche:

/ Inverter trifase

SE3K-SE10K⁽¹⁾⁽²⁾

	SE3K ⁽³⁾	SE4K ⁽³⁾	SE5K	SE6K ⁽³⁾	SE7K	SE8K	SE9K	SE10K	U.D.M.
COMPATIBILE CON INVERTER CON NUMERO DI SERIE	SEXK-XXTXBXX4								
USCITA									
Potenza in uscita CA nominale	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	VA
Potenza in uscita CA massima	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	VA
Tensione in uscita CA - Fase - Fase / Fase - Neutro (nominale)	380 / 220 ; 400 / 230								Vca
Tensione in uscita CA - Intervallo di tensione Fase - Neutro	184 - 264,5								Vca
Frequenza CA	50/60 ± 5%								Hz
Corrente continua in uscita massima (per fase)	5	6,5	8	10	11,5	13	14,5	16	A
Reti supportate - trifase	3 / N / PE (Connessione a stella con Neutro)								
Monitoraggio dell'impianto, protezione anti islanding, fattore di potenza configurabile, soglie regolabili in base al paese	Sì								
INGRESSO									
Potenza CC massima (@ STC)	4050	5400	6750	8100	9450	10800	12150	13500	W
Senza trasformatore, senza collegamento a terra	Sì								
Tensione massima in ingresso	900								Vcc
Tensione CC nominale in ingresso	750								Vcc
Corrente in ingresso massima	5	7	8,5	10	12	13,5	15	16,5	Acc
Protezione dalla polarità inversa	Sì								
Rilevamento dell'isolamento per guasto a terra	Sensitività 700kΩ								
Efficienza massima dell'inverter	98								%
Efficienza ponderata europea	96,7	97,3	97,3	97,3	97,4	97,6	97,5	97,6	%
Consumo energetico notturno	< 2,5								W
FUNZIONI AGGIUNTIVE									
Interfacce di comunicazione supportate	RS485, Ethernet, Zigbee (opzionale), Wi-Fi (necessita antenna ⁽⁵⁾), Scheda cellulare (opzionale)								
Gestione Smart Energy	Limitazione delle immissioni, Gestione della domotica								
Messa in funzione dell'inverter	Con l'applicazione mobile SetApp utilizzando il punto di accesso Wi-Fi integrato per la connessione locale								
CONFORMITÀ AGLI STANDARD									
Sicurezza	IEC-62103 (EN50178), IEC-62109								
Standard per il collegamento alla rete ⁽⁶⁾	VDE 0126-1-1, VDE-AR-N-4105, AS-4777, G83 / G59								
Emissioni	IEC61000-6-2, IEC61000-6-3 , IEC61000-3-11, IEC61000-3-12, FCC parte 15 classe B								
RoHS	Sì								
SPECIFICHE PER L'INSTALLAZIONE									
Uscita CA	Pressacavo - diametro 15-21								mm
Ingresso CC	2 coppie di MC4								
Dimensioni (H x L x l)	540 x 315 x 191								mm
Peso	16,4								kg
Intervallo di temperatura di esercizio	da -40 a +60 ⁽⁷⁾								°C
Raffreddamento	Ventola interna								
Rumore	< 40								dBA
Classe di protezione	IP65 - Esterno e interno								
Montaggio	Su staffa (in dotazione)								

/ Inverter trifase

SE12.5K - SE27.6K

	SE12.5K	SE15K	SE16K	SE17K	SE25K	SE27.6K	
COMPATIBILE CON INVERTER CON NUMERO DI SERIE	SEXXX-XXXXXBXX4						
USCITA							
Potenza in uscita CA nominale	12500	15000	16000	17000	25000	27600	VA
Potenza in uscita CA massima	12500	15000	16000	17000	25000	27600	VA
Tensione in uscita CA - Fase - Fase / Fase - Neutro (nominale)	380 / 220 ; 400 / 230						Vca
Tensione in uscita CA - Intervallo di tensione Fase - Neutro	184 - 264,5						Vca
Frequenza CA	50/60 ± 5						Hz
Corrente continua in uscita massima (per fase)	20	23	25,5	26	38	40	A
Reti supportate - trifase		3 / N / PE (Connessione a stella con Neutro)					V
Monitoraggio dell'impianto, Protezione contro il funzionamento in isola; Fattore di potenza configurabile; Valori di soglia configurabili per paese	Sì						
Distorsione armonica totale (THD)	≤ 3						
INGRESSO							
Potenza CC massima (Modulo STC)	16850	20250	21600	22950	33750	37250	W
Senza trasformatore, senza messa a terra	Sì						
Tensione massima in ingresso	1000						Vcc
Tensione CC nominale in ingresso	750						Vcc
Corrente in ingresso massima	21	22	23	23	37	40	Acc
Protezione contro inversione di polarità	Sì						
Rilevamento dell'isolamento per guasto a terra	Sensitività 700kΩ				Sensitività 350kΩ ¹⁾		
Efficienza massima dell'inverter	98				98,3		%
Efficienza ponderata europea	97,7	97,6	97,7	97,7	98	98	%
Consumo energetico notturno	< 2,5				< 4		W
FUNZIONI AGGIUNTIVE							
Interfacce di comunicazione supportate ²⁾	RS485, Ethernet, Wi-Fi (richiede antenna) ³⁾ , ZigBee (opzionale), Rete cellulare (opzionale)						
Messa in funzione dell'inverter	Con l'applicazione mobile SetApp utilizzando il punto di accesso Wi-Fi integrato per la connessione locale						
Gestione Smart Energy	Limitazione immissione in rete						
Protezione da arco elettrico	Integrata, Configurabile dall'utente (In conformità con UL1699B)						
Spegnimento rapido	Opzionale ⁴⁾ (Automatico fino alla disconnessione della rete CA)						
DISPOSITIVO DI SICUREZZA LATO CC (OPZIONALE)							
Sezionatore a 2 poli	Non disponibile				1000V / 40A		
Protezione da sovratensione lato CC	Non disponibile				Tipo II, unità sostituibile sul campo		
Fusibili lato CC (su polo positivo e negativo)	Non disponibile				Opzionale, 20A		
Conformità	Non disponibile				UTE-C15-712-1		
CONFORMITÀ AGLI STANDARD							
Sicurezza	IEC-62103 (EN50178), IEC-62109, AS3100						
Standard per il collegamento alla rete ⁵⁾	VDE-AR-N-4105, G59/3, AS-4777,EN 50438 , CEI-021,VDE 0126-1-1, CEI-016, BDEW						
Emissioni	IEC61000-6-2, IEC61000-6-3 , IEC61000-3-11, IEC61000-3-12						
RoHS	Sì						
SPECIFICHE PER L'INSTALLAZIONE							
Diametro pressacavo CA di uscita / Sezione del cavo	15-21mm / Cavo rigido 2.5-16 mm ² , Cavo flessibile (a treccia) 2.5-10 mm ²				18-25mm / Cavo rigido 2.5-16 mm ² , Cavo flessibile 2.5-10 mm ²		
Ingresso CC	2 coppie di connettori MC4				3 coppie di connettori MC4		
Ingresso CC con dispositivo di sicurezza	Non disponibile				Diametro esterno pressacavo 5 - 10 mm		mm
					Sezione cavi 0,5 – 13,5		mm ²
Dimensioni (AxLxP)	540 x 315 x 260						mm
Dimensioni con dispositivo di sicurezza (AxLxP)	Non disponibile				775 x 315 x 260		mm
Peso	33,2				45		kg
Peso con dispositivo di sicurezza	Non disponibile				48		kg
Intervallo di temperatura di funzionamento	-40 - +60 ⁶⁾						°C
Raffreddamento	N/A				Ventilatore sostituibile dall'utente		
Rumore	< 50				< 55		dBA
Classe di protezione	IP65 - Esterno e interno						
Montaggio	Su staffa (in dotazione)						

Il sezionamento e la protezione di ciascun inverter, dal lato corrente alternata, sarà garantito dai dispositivi di generatore, come di seguito descritto. In uscita da ciascun inverter è stato installato n°1 dispositivo di generatore, costituito da interruttore automatico bipolare differenziale, dimensionato con corrente nominale $I_n = 32 \text{ A}$ sicuramente superiore alla massima corrente in alternata in uscita dall'inverter, e corrente differenziale 500mA tipo AC. L'interruttore è idoneo al sezionamento delle linee lato corrente alternata.

Sarà inoltre installato il dispositivo di interfaccia e protezione di interfaccia ai sensi della norma CEI 0-21 e della direttiva ENEL di connessione. Perché tale connessione in parallelo alla rete avvenga secondo quanto stabilito dalle norme e direttive tecniche vigenti, è stato previsto un dispositivo di interfaccia costituito da contattore 4P 32A, con bobina di minima tensione 230Vac. Il contattore è combinato con interruttore automatico 4P 32A. la bobina di minima tensione è asservita alla protezione di interfaccia costituita da relè di frequenza e tensione conforme alle prescrizioni dell'Ente Distributore.

I cavi elettrici dovranno avere le caratteristiche di seguito indicate:

- Lato Corrente Alternata (CA) in Bassa Tensione:

FG16(O)R16 (classe Cca -s3,d1,a3).

Il Nuovo Regolamento CPR UE 305/2011 prevede una classificazione in base al comportamento al fuoco e una nuova nomenclatura in Italia.

I cavi sono stati infatti classificati in 7 classi di reazione al fuoco identificate dalle lettere da "F" ad "A" e dal pedice "ca" in funzione delle loro prestazioni crescenti.

Cavo per comunicazione protocollo RS485 cavo Belden 9842.

- Lato Corrente Continua (CC) in Bassa Tensione:

Cavo unipolare flessibile stagnato per collegamenti di impianti fotovoltaici. Isolamento e guaina realizzati con mescola elastomerica senza alogeni non propagante la fiamma. Cavo unipolare/Multipolare con conduttore in rame rosso.

Colore guaina Rosso Positivo e Nero Negativo cavo a doppio isolamento; codice cavo H1Z2Z2-K, sezione minima 6 mmq.

In generale tutti i cavi dovranno avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- tensione massima: 1800 V c.c. - 1200 V c.a.;
- temperatura massima di esercizio: 90°C;
- temperatura minima di esercizio: -40°C;
- temperatura minima di posa: -40°C;
- temperatura massima di corto circuito: 250°C;
- sforzo massimo di trazione: 15 N/mm²;
- raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo.

I cavi utilizzati per l'interconnessione degli elementi di impianti fotovoltaici dovranno essere adatti per l'installazione fissa all'esterno e all'interno, entro tubazioni in vista o incassate o in sistemi chiusi simili. Saranno inoltre adatti per la posa direttamente interrata o entro tubo interrato e per essere utilizzati con apparecchiature di classe II. I cavidotti in superficie dovranno essere posati in opportune condotte portacavi anti roditori.

I quadri elettrici impiegati per alloggiare organi di comando e protezione avranno grado di protezione minimo IP 65, completi di portina, al fine di garantire che l'accesso ad eventuali organi in tensione

avvenga solo da parte di personale specializzato e addestrato al tipo di manovra richiesta. Saranno inoltre completi di idonea segnaletica adatta ad evidenziare che tutti gli apparecchi sono in tensione.

Tutte le parti dell'impianto in tensione saranno protette a mezzo di involucri con adeguato grado di protezione, inaccessibili a personale non addestrato e rimovibili solo con l'utilizzo di idonei attrezzi.

La protezione dai contatti indiretti è affidata agli organi di protezione differenziale coordinati con l'impianto di terra generale.

Si precisa che l'impianto fotovoltaico, sul lato corrente continua, sarà esercito completamente isolato da terra e che tutti i componenti utilizzati per la sua realizzazione, moduli, quadri di parallelo e cavi elettrici hanno isolamento di classe II. La rete in corrente continua sarà completamente separata dalla rete in corrente alternata.

I moduli fotovoltaici saranno posizionati in modo perfettamente complanare alla copertura esistente. Idonee piastre in alluminio saranno fissate alla struttura portante sotto tetto. Sulle staffe saranno fissati profili in alluminio estruso necessari al sostegno dei moduli fotovoltaici.

I moduli saranno fissati ai profili per mezzo di morsetti con forma a Z o OMEGA in alluminio. Nelle operazioni da eseguire dovrà essere garantita la massima attenzione per preservare le condizioni di totale impermeabilità della copertura. La struttura nel suo complesso dovrà essere certificata per la resistenza a carico vento e neve per la zona di installazione. Gli oneri per tale certificazione sono a carico dell'Impresa.

Mediante il datalogger sarà possibile monitorare l'energia prodotta dal campo fotovoltaico.

4.12 Sistema di monitoraggio dei consumi

Il sistema di monitoraggio dovrà essere completo e idoneo a monitorare i consumi dell'edificio sottoposto a ristrutturazione. In particolare si dovranno comprendere nella fornitura e posa in opera:

- contatermie per il monitoraggio dei consumi termici per il riscaldamento e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- multimetro completo di wattmetro e idonei trasformatori TA per la misura dei consumi elettrici complessivi dell'edificio oggetto di intervento.

Gli inverter dell'impianto fotovoltaico saranno collegati ad apposito datalogger che consentirà l'acquisizione in tempo reale e la storicizzazione dei valori di produzione dell'impianto stesso in modo da verificarne le prestazioni. Il sistema acquisirà anche i dati climatici compresa la radiazione solare in modo da poter controllare nel tempo le prestazioni.