



b.9) Sistemi atti a conseguire un maggior risparmio energetico, e/o minor costo di gestione

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	GENERATORE DI CALORE	2
5	2.1 <i>PROGETTO POSTO A BASE DI GARA.....</i>	2
	2.2 <i>PROPOSTA DI VARIANTE.....</i>	2
	2.3 <i>RISPARMIO ENERGETICO CONSEGUIBILE</i>	3
3	INSTALLAZIONE RIGUARDANTI LA REGOLAZIONE.....	4
	3.1 <i>PROGETTO POSTO A BASE DI GARA.....</i>	4
10	3.2 <i>PROPOSTA DI VARIANTE.....</i>	4
	3.3 <i>RISPARMIO ENERGETICO CONSEGUIBILE</i>	5
4	COIBENTAZIONE DEL SOLAIO.....	5
	4.1 <i>PROGETTO POSTO A BASE DI GARA.....</i>	5
	4.2 <i>PROPOSTA DI VARIANTE.....</i>	5
15	4.3 <i>RISPARMIO ENERGETICO CONSEGUIBILE</i>	6
5	COIBENTAZIONE DELLE VETRATE	8
	5.1 <i>PROGETTO POSTO A BASE DI GARA.....</i>	8
	5.2 <i>PROPOSTA DI VARIANTE.....</i>	9
	5.3 <i>RISPARMIO ENERGETICO CONSEGUIBILE</i>	9
20	6 POMPE A PORTATA VARIABILE	10
	6.1 <i>PROGETTO POSTO A BASE DI GARA.....</i>	10
	6.2 <i>PROPOSTA DI VARIANTE.....</i>	10
	6.3 <i>RISPARMIO ENERGETICO CONSEGUIBILE</i>	10
25	7 SINTESI DEGLI INTERVENTI PROPOSTI.....	10



b.9) Sistemi atti a conseguire un maggior risparmio energetico, e/o minor costo di gestione

1 PREMESSA

La presente relazione contiene la descrizione delle proposte migliorative dei sistemi atti a conseguire un maggior risparmio energetico e/o minor costo di gestione, come richiesto al punto b.9) a pagina 7/20 del documento "Norme integrative al bando di gara mediante procedura aperta".

Le proposte di variante prevedono:

- la sostituzione del generatore di calore;
- il completamento del sistema di regolazione con l'installazione di termostati e valvole di regolazione, e l'installazione di un sistema di telecomando;
- la coibentazione del controsoffitto al posto del tetto di copertura;
- la sostituzione dei vetri delle finestre esterne;
- l'installazione di pompe a portata variabile.

2 GENERATORE DI CALORE

2.1 PROGETTO POSTO A BASE DI GARA

Il progetto posto a base di gara prevede quattro generatori di calore, ognuno di potenza 115 kW, per un totale di 460 kW, come indicato nello schema funzionale dell'impianto (elaborato 4.04.02). Per la computazione dei generatori di calore sono state utilizzate le voci PA.IM.005 e PA.IM.006, come è indicato nel computo metrico estimativo (elaborato 6.03); si osserva che, diversamente dal disegno, sono stati computati 600 kW di potenza, valore molto superiore alla potenza termica totale dell'edificio, pari a 209 kW, indicato a pag.39 della relazione tecnica Legge 10/91, allegata all'elaborato 4.04.07.

La voce 1301.013001 è generica e non pone particolari specifiche riguardo alle caratteristiche del generatore di calore, se non quelle imposte dalla vigente normativa.

2.2 PROPOSTA DI VARIANTE

La proposta di variante prevede l'installazione di 4 caldaie murali **BUDERUS** tipo **LOGAMAX PLUS GB162-100**, funzionante a gas metano. del tipo a **condensazione**, ognuna di potenza 100 kW, per un totale di 400 kW; il valore proposto è lievemente inferiore a quello indicato nello schema funzionale, ma resta comunque superiore alle dispersioni termiche dell'edificio.

Il gruppo ha le seguenti caratteristiche:

- è caratterizzato da bassa emissione di sostanze inquinanti ed è finalizzato al raggiungimento del massimo risparmio energetico (**rendimento fino al 110%**) grazie alla progettazione ottimizzata di scambiatore di calore, bruciatore e sistema di premiscelazione;



b.9) Sistemi atti a conseguire un maggior risparmio energetico, e/o minor costo di gestione

- è dotato di uno scambiatore di calore ad elevata superficie di scambio termico, con una nuova tecnologia che consente alle superfici di essere autopulenti nei confronti dell'azione dell'acqua di condensa;
- è dotato di bruciatore di tipo ceramico piatto a premiscelazione totale ad accensione elettronica tramite elettrodo ad incandescenza e controllo di fiamma a ionizzazione;
- può modulare 18% al 100% in esercizio di riscaldamento;
- è dotato di sistema per la gestione ed il controllo di tutte le parti elettriche ed elettroniche della caldaia con funzione avanzata di diagnosi delle anomalie, con display multifunzione per la visualizzazione dei parametri di funzionamento e degli stati di esercizio/anomalia di caldaia ed impianto di riscaldamento;
- è provvisto di un sistema di controllo della portata sullo scambiatore di calore, con adeguamento automatico della potenza in funzione della differenza di temperatura tra mandata e ritorno;
- è fornito delle dotazioni di sicurezza ISPEL;
- possiede certificazione energetica * * * * secondo EN42/92.

Le quattro caldaie murali vengono fornite assemblate in cascata, con collettore comune e attacchi su compensatore già predisposto; con questa soluzione il gruppo termico, nella sua interezza, ha una lunghezza di 2700 mm, profondità di 540 mm e altezza di 1790 mm.

2.3 RISPARMIO ENERGETICO CONSEGUIBILE

Per i generatori computati nel progetto, non essendo previste particolari prescrizioni, si ipotizzano rendimenti termici utili uguali a quelli minimi previsti dal DPR 660/1996 per marcatura a due stelle, vale a dire:

- $\eta_{tu} = 87 + 2 \times \log P_n = 87 + 2 \log 115 = 91,12\%$ con carico 100%;
- $\eta_{tu} = 87 + 2 \times \log P_n = 83 + 3 \log 115 = 89,18\%$ con carico 30%;

Il generatore proposto nella proposta di variante, **BUDERUS** tipo **LOGAMAX PLUS GB162-100**, ha i rendimenti riportati nella seguente tabella.

2.2 Dati tecnici caldaia murale a condensazione Logamax plus GB162

Modello GB162		GB162- 80	GB162-100
Grandezza		80	100
Potenze e rendimenti			
Potenza termica focolare a carico nominale 100%	kW	82,0	96,5
Potenza termica focolare a carico nominale 30%	kW	19,3	19,3
Temperatura di sistema 80-60			
Potenza termica utile a carico nominale 100%	kW	80,0	94,5
Potenza termica utile a carico nominale 30%	kW	18,9	19,0
Rendimento normalizzato (DIN 4702-8)	%	106	106
Rendimento al 100% del carico	%	97,5	97,9
Rendimento al 30% del carico	%	107,5	107,5
Temperatura Fumi a pieno carico	°C	67	76
Temperatura Fumi a carico parziale	°C	61	57



b.9) Sistemi atti a conseguire un maggior risparmio energetico, e/o minor costo di gestione

Assumendo una temperatura del fluido compresa fra 60 e 80 °C, il generatore proposto ha un rendimento $\eta_{tu} = 97,9\%$ con carico al 100% e $\eta_{tu} = 107,5\%$ al 30% del carico.

Si nota che, all'opposto di quanto accade in una caldaia tradizionale, il rendimento di una caldaia a condensazione aumenta con il diminuire del carico, perché, diminuendo la temperatura di ritorno, si favorisce la condensazione dei fumi di scarico.

Tale peculiarità fa sì che il rendimento di produzione η_p (che è il parametro che tiene conto dell'andamento stagionale dei carichi termici) di una caldaia a condensazione **sia superiore del 10÷12%** rispetto ad una caldaia tradizionale.

3 INSTALLAZIONE RIGUARDANTI LA REGOLAZIONE

10 3.1 PROGETTO POSTO A BASE DI GARA

Il progetto posto a base di gara prevede (si veda la Supercategoria "Sistema programmabile di regolazione generale" del computo metrico estimativo) un sistema di regolazione dell'impianto di climatizzazione costituito da:

- dispositivi di regolazione in centrale, con un richiamo generico al collegamento al sistema GLOBAL SERVICE;
- valvole di regolazione sui collettori di zona;
- valvole di regolazione sui fan-coils.

3.2 PROPOSTA DI VARIANTE

A completamento del sistema di regolazione la proposta di variante propone l'installazione di:

- sistema di telecontrollo per il controllo e il comando delle utenze costituenti l'impianto, **con collegamento al servizio di gestione GLOBAL SERVICE attualmente utilizzato dalla Stazione Appaltante;**
- termostati per la regolazione della temperatura ambiente nei locali dotati di fan-coils;
- valvole termostatiche per i radiatori dei locali bagni e servizi.

Il sistema di telecontrollo viene realizzato con un controllore HONEYWELL di tipo EXCEL 5000 con moduli di comunicazione e di controllo a distanza, uguale a quello già installato negli altri edifici di proprietà della stazione appaltante, e inclusi nel servizio gestito tramite il GLOBAL SERVICE.

Il sistema consente:

- il controllo della temperatura ambiente,
- il controllo dell'efficienza del generatore di calore,
- l'attivazione automatica delle ridondanze a seguito di anomalie,
- la parametrizzazione dei tempi di funzionamento per singolo componente,
- la gestione e archiviazione dei dati storici di funzionamento (allarmi, misure principali ecc.),
- la lettura dell'energia termica consumata.



b.9) Sistemi atti a conseguire un maggior risparmio energetico, e/o minor costo di gestione

3.3 RISPARMIO ENERGETICO CONSEGUIBILE

L'installazione di sistema di telecontrollo, e dei regolatori nei singoli ambienti comporta un miglioramento del rendimento di regolazione η_c che può essere stimato nell'ordine del **3÷4%**.

4 COIBENTAZIONE DEL SOLAIO

5 4.1 PROGETTO POSTO A BASE DI GARA

Il progetto posto a base di gara prevede di realizzare la coibentazione del tetto di copertura con installazione di una lastra coibente (voce PA.ED.081 del computo metrico estimativo) avente le seguenti caratteristiche:

10 "Isolamento termoacustico per pavimenti con pannello di fibra di vetro e lastra ardesiata accoppiata. Isolamento termoacustico per pavimenti con pannello costituito da fibra di vetro trattato con speciali resine termoindurenti densità non inferiore a Kg \times mc 108, rivestito su una faccia con una lastra ardesiata accoppiata, fornito e posto in opera per uno spessore del pannello di cm 6. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita."

15 Per tale tipo di struttura è stata calcolata una trasmittanza totale $U=0,44$ W/m²K, e resistenza $R=2,275$ m²K/W come indicato a pag.28 della relazione tecnica della Legge 10/91, allegata all'elaborato 4.04.07.

Le dispersioni dei locali sottostanti al solaio sono state computate assumendo un'altezza variabile fra 5,2 e 6m; la differenza di temperatura massima fra interno e esterno è stata stabilita in 24 °C.

4.2 PROPOSTA DI VARIANTE

20 Considerato che i locali situati al primo piano (come indicato negli elaborati 2.02.13 e 2.02.14) sono provvisti di una controsoffittatura (in cartongesso, o in camorcanna) posta ad una quota di circa 4,5 m, la proposta di variante prevede l'installazione di uno strato di coibente dello spessore di **10 cm** al di sopra del controsoffitto.

25 Il prodotto proposto è costituito da pannelli in lana di vetro di tipo **ISOLCEILING** della **FORTLAN**, avente le seguenti caratteristiche:

- 30
- è completamente imbustato in un film di polietilene nero o trasparente, in modo da non rilasciare polveri;
 - possiede classe A1 di reazione al fuoco;





b.9) Sistemi atti a conseguire un maggior risparmio energetico, e/o minor costo di gestione

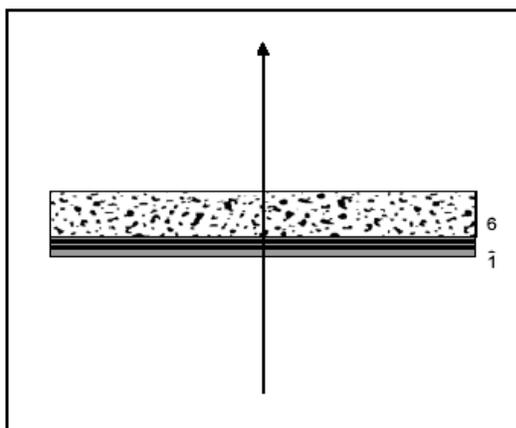
- ha conducibilità termica $\lambda=0,041$ W/mK alla temperatura di 10 °C, con resistenza termica $R=2,4$ m² K /W per uno strato di 10 cm.

4.3 RISPARMIO ENERGETICO CONSEGUIBILE

5 Per valutare il risparmio energetico ottenibile con la proposta viene in primo luogo calcolata la trasmittanza termica U della struttura composta dallo strato di coibente appoggiata su uno strato di camorcanna.

TIPO DI STRUTTURA *Soffitto a volte*
cod 662 SOF

Massa [kg/m ²]	67.6	Capacità [kJ/m ² K]	63.5	Type Ashrae	2			
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m ² K)	ρ (kg/m ³)	δa 10 ¹² (kg/msPa)	δu 10 ¹² (kg/msPa)	R (m ² K/W)
1	Intonaco di calce e gesso	0,0200	0,700	35,00	1400	18,0000	18,0000	0,029
2	Legno di abete con flusso termico perpendicolare alle fibre	0,0050	0,120	24,00	450	4,5000	6,0000	0,042
3	Intonaco di calce e gesso	0,0100	0,700	70,00	1400	18,0000	18,0000	0,014
4	Legno di abete con flusso termico perpendicolare alle fibre	0,0030	0,120	40,00	450	4,5000	6,0000	0,025
5	Intonaco di calce e gesso	0,0100	0,700	70,00	1400	18,0000	18,0000	0,014
6	Materassino in lana di vetro	0,1000	0,041	0,41	80	150,0000	150,0000	2,439
SPESSORE TOTALE [m]		0,1480						



Conducibilità unitaria superficie interna	10	Resistenza unitaria superficie interna	0,100
Conducibilità unitaria superficie esterna	10	Resistenza unitaria superficie esterna	0,100
TRASMITTANZA TOTALE[W/m ² K]	0,362	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m ² K/W]	2,763

La trasmittanza della struttura è $U=0,362$ W/m² K.

10 Per determinare le minori dispersioni rispetto alla soluzione di progetto si esegue la differenza fra le dispersioni.

Adottando una superficie disperdente di 1645 m² (come indicato nel computo metrico estimativo di progetto per la voce PA.ED.081) e una differenza di temperatura di 24 °C fra interno e esterno, le dispersioni di progetto sono $0,44 \times 1645 \times 24 = 17371$ W.

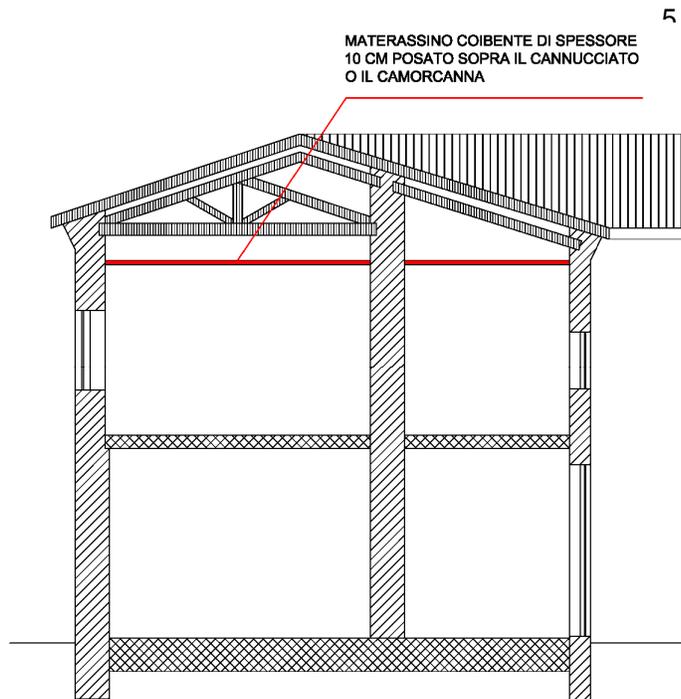
15 Il calcolo delle dispersioni conseguente alla proposta tiene conto del fatto che il controsoffitto disperde verso un ambiente chiuso (cioè quello compreso fra il controsoffitto e il solaio di copertura) e che pertanto si può assumere una differenza di temperatura ridotta, di 19°C; in tale



b.9) Sistemi atti a conseguire un maggior risparmio energetico, e/o minor costo di gestione

ipotesi le dispersioni diventano $0,362 \times 1400 \times 19 = 9629 \text{ W}$; si fa notare che la minore superficie (1400 m^2 contro 1645 m^2) tiene conto del fatto che il tetto è a falda, con superficie inclinata, mentre il controsoffitto è piano.

Si ha pertanto una diminuzione, rispetto alle condizioni di progetto di $17371-9629=7742\text{W}$.



5 Inoltre, si osserva che collocando lo strato coibente al di sopra del controsoffitto **si evitano le dispersione sulle parti alte delle pareti esterne**; tale superficie viene computata in 216 m^2 , così divise.

- minore superficie disperdente verso il cortile interno: $(30+30+21) \times 1=81 \text{ m}^2$;
- minore superficie disperdente verso la parte esterna: $(47+44+44) \times 1=135 \text{ m}^2$.

Considerato che per le pareti esterne è stata ipotizzata una trasmittanza di $0,989 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (come indicato a pag.16 della relazione tecnica della Legge 10/91, allegata all'elaborato 4.04.0), si ha una minore dispersione di $0,989 \times 216 \times 24 = 5127 \text{ W}$.

Complessivamente, la soluzione proposta **comporta una minore dispersione di**

$7742+5127=12869 \text{ W}$, **che corrisponde al 6,2% del totale della potenza termica di progetto**, pari a 209 kW , indicata a pag.39 della relazione tecnica della Legge 10/91, allegata all'elaborato

25 4.04.07.



b.9) Sistemi atti a conseguire un maggior risparmio energetico, e/o minor costo di gestione

5 COIBENTAZIONE DELLE VETRATE

5.1 PROGETTO POSTO A BASE DI GARA

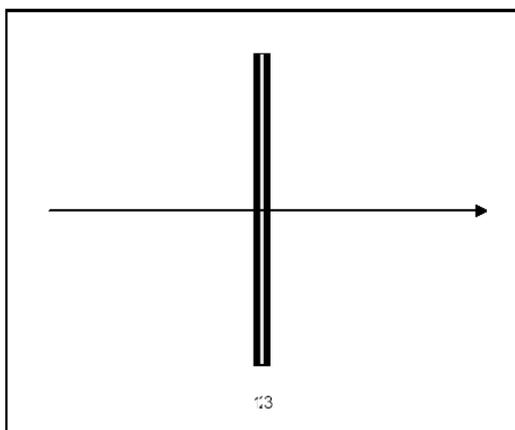
Il progetto posto a base di gara prevede, alla voce PA.ED.113 del computo metrico estimativo, vetrate aventi le seguenti caratteristiche:

- 5 “Vetrate termoacustiche isolanti composte da due lastre di vetro incolore ed intercapedine variabile. Fornite e poste in opera su infisso di legno, o di ferro. Sono compresi: la sigillatura esterna con mastice normale o siliconico, la guarnizione in gomma con eventuale collante, la pulitura e gli sfridi. E' inoltre compreso qualsiasi altro onere e magistero anche non specificatamente menzionato ma necessario ed occorrente per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte. Misurazione minima mq 0,40. Vetro camera mm 10/11-12-10/11”.

La struttura descritta possiede una trasmittanza termica uguale a 2,703 W/m² K, come indicato nella tabella sottostante, valida per superfici non trattate e con intercapedine d'aria.

TIPO DI STRUTTURA Serramento vetrato in vetro camera 10-12-10.
cod 241 S.E

Massa [kg/m²]	50.0	Capacità [kJ/m²K]	42.0					
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m ² K)	ρ (kg/m ³)	δa 10 ¹² (kg/msPa)	δu 10 ¹² (kg/msPa)	R (m ² K/W)
1	Vetro generico da finestre	0,0100	1,000	100,00	2500	0,0000	0,0000	0,010
2	Intercapedine d'aria non ventilata sp. 12 mm , superfici vetrate non trattate, flusso di calore indifferente UNI 10345	0,0120		5,882	1,30	193,0000	193,0000	0,170
3	Vetro generico da finestre	0,0100	1,000	100,00	2500	0,0000	0,0000	0,010
SPESSORE TOTALE [m]		0,0320						



Conduttanza unitaria superficie interna	7	Resistenza unitaria superficie interna	0,140
Conduttanza unitaria superficie esterna	25	Resistenza unitaria superficie esterna	0,040
TRASMITTANZA TOTALE[W/m ² K]	2,703	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m ² K/W]	0,370

15



b.9) Sistemi atti a conseguire un maggior risparmio energetico, e/o minor costo di gestione

5.2 PROPOSTA DI VARIANTE

La proposta di variante prevede l'installazione di vetro stratificato tipo STADIP SILENCE della SAINT-GOBAIN a bassa emissione, con vetro esterno di spessore 10 mm, intercapedine di aria 12 mm, e vetro interno di spessore 4+4 mm con interposta pellicola di PVB.

- 5 Tali caratteristiche conferiscono al vetro una trasmittanza $U=1,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, come indicato nella tabella sottostante nella colonna 10(12)44.2A.

SGG CLIMAPLUS N SILENCE/ SGG CLIMAPLUS 4S SILENCE							
Vetrata isolante		SGG PLANILUX			SGG PLANISTAR		
Vetro esterno		SGG STADIP SILENCE PLANITHERM FUTUR			SGG STADIP SILENCE		
Composizione (1)		6 (12) 44.1A	8 (12) 44.1A	10 (12) 44.2A	6 (12) 44.1A	8 (12) 44.1A	10 (12) 44.2A
Posizione del deposito basso emissivo	face	3	3	3	2	2	2
Spessore	mm	26.5	28	31	26.5	28	31
Peso	kg/m ²	35.5	40.5	46	35.5	40.5	46
Fattori luminosi							
TL	%	76	76	74	68	68	66
RL ext	%	12	12	11	12	12	11
RL int	%	12	12	12	13	13	13
TUV	%	1	1	<1	<1	<1	<1
Fattori energetici							
TE	%	46	44	43	35	34	33
REext	%	20	19	17	29	25	23
AE 1	%	17	22	25	31	36	39
AE 2	%	16	16	15	5	5	5
Fattore solare g		0.61	0.58	0.57	0.41	0.41	0.39
Coefficiente Shading		0.70	0.67	0.65	0.47	0.47	0.45
Valore U	W/(m ² .K)						
Aria		1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6
Argon 90%		1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Indice di riduzione acustica (2)							
RW	dB	38	40	42	38	40	42
C	dB	-1	-2	-2	-1	-2	-2
Ctr	dB	-5	-5	-5	-5	-5	-5
RA	dB	37	38	40	37	38	40
RA,tr	dB	33	35	37	33	35	37

(1) La lettera A significa PVB acustico.

(2)+(3) I valori di riduzione acustica sono quelli misurati nel laboratorio acustico SAINT-GOBAIN GLASS in base a EN ISO 140. Tali valori possono variare da un laboratorio ad un altro.

5.3 RISPARMIO ENERGETICO CONSEGUIBILE

- 10 Il vantaggio energetico conseguibile viene determinato valutando la diminuzione delle dispersioni termiche.

Ipotizzando una superficie vetrata di 203,31 m², come indicato alla voce n.136 del computo metrico estimativo, e un salto termico di 24°C, si ottengono le seguenti dispersioni (per semplicità si è preso un coefficiente di esposizione uguale a 1):

- 15 - da progetto: $203,31 \times 2,703 \times 24 = 13189 \text{ W}$,
- da variante: $203,31 \times 1,6 \times 24 = 7807 \text{ W}$,



b.9) Sistemi atti a conseguire un maggior risparmio energetico, e/o minor costo di gestione

La soluzione proposta comporta una minore dispersione di $13189-7807=5382$ W, che **corrisponde al 2,6% del totale della potenza termica di progetto**, pari a 209 kW, come indicato a pag.39 della relazione tecnica della Legge 10/91, allegata all'elaborato 4.04.07.

6 POMPE A PORTATA VARIABILE

5 6.1 PROGETTO POSTO A BASE DI GARA

Il progetto posto a base di gara prevede pompe gemellari per i sei circuiti di distribuzione dell'impianto di riscaldamento per ventilconvettori e radiatori.

I circuiti idraulici sono dotati di valvole per la regolazione climatica che variano la portata dei circuiti; nonostante la variazione della portata, la potenza elettrica del motore elettrico rimane costante.

6.2 PROPOSTA DI VARIANTE

La proposta di variante prevede l'installazione di pompe con inverter, in modo da variare la potenza elettrica del motore in funzione della portata.

6.3 RISPARMIO ENERGETICO CONSEGUIBILE

15 Il risparmio conseguibile sui consumi di energia elettrica delle pompe è stimabile, sulla base della letteratura tecnica, intorno al 30%.

7 SINTESI DEGLI INTERVENTI PROPOSTI

Si elencano, in sintesi, gli interventi proposti.

- Installazione di un generatore di calore a condensazione, che garantisce maggiori rendimenti.
- 20 - Installazione del sistema di telecontrollo con termostati per i ventilconvettori e valvole termostatiche per i radiatori.
- Diminuzione delle dispersione con diversa coibentazione della copertura e uso di vetrate con minore trasmittanza.
- Installazione di pompe a portata variabile, per diminuire i consumi elettrici in centrale termica.
- 25 Gli interventi previsti consentono, complessivamente, un risparmio energetico, rispetto alle stime di progetto, del **24,8%**, così ottenuto:
 - 12% per caldaie a condensazione;
 - 4% per miglioramento del rendimento di regolazione;
 - 6,2% per miglioramento della coibentazione in copertura;
 - 30 - 2,6% per miglioramento della coibentazione delle vetrate.