MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

FSC Fondo per lo Sviluppo e la Coesione

Presidenza del Consiglio dei Ministri

Fondo per lo Sviluppo e la Coesione 2014-2020

Delibere CIPE n. 25 del 10/08/2016 e n. 55 del 01/12/2016 in applicazione della Legge n. 190 del 23/12/2014

Piano di efficientamento energetico degli edifici pubblici e ad uso pubblico

REGIONE SICILIA
COMUNE DI RANDAZZO
(Città Metropolitana di Catania)

Data: Marzo 2021	Rev.: 2	Scala:	

PROGETTO ESECUTIVO

Intervento di efficientamento energetico dell'ex convento dei Frati Minori Conventuali del XIII secolo, adibito a Palazzo Municipale, mediante l'uso di materiale e tecniche a ridotto impatto ambientale durante il ciclo di vita dell'opera.
C.P.V. 45454000-4 - Lavori di ristrutturazione.

ELABORATI:

Relazione tipologia impianto VRV

TAVOLA:

2.b_Rev_2

Il R.U.P.
Dott. Vincenzo Paforniti

Il Progettista
Ing. Francesco Casamento

Scopo della presente relazione è quello di verificare che la sostituzione della tipologia di impianto termico operata in seno alla fase di stesura del progetto esecutivo, garantisce il raggiungimento della stessa classe energetica prevista nel progetto definitivo. Ovvero che l'utilizzo di un sistema di climatizzazione basato su tecnologia ad espansione diretta e refrigerante a portata variabile riesce a garantire il soddisfacimento del fabbisogno termico dell'edifico garantendo parimenti il raggiungimento della stessa classe energetica raggiunta dall'edificio climatizzato utilizzando pompe di calore a gas.

La sostituzione è stata operata nell'ottica di usufruire maggiormente dello sfruttamento di energie rinnovabili in un prossimo futuro ma che nulla ha a che fare con il progetto esecutivo essendo il tutto collegato ad un successivo reperimento di fondi pubblici. Infatti, la tecnologia a pompa di calore elettrica ad espansione diretta con portata variabile ben si presta ad un accoppiamento con un impianto fotovoltaico garantendo in tal modo di soddisfare il fabbisogno energetico dell'edifico mediante un utilizzo maggiore di fonti rinnovabili e tutto ciò a sicuro vantaggio di minori consumi e minori emissioni in ambiente.

Questi vantaggi non possono attuarsi con un impianto termico che utilizza combustibile fossile (previsto nel definitivo) e, pertanto, nella stesura dell'esecutivo si è ritenuto dover operare la sostituzione dell'impianto termico per la climatizzazione dell'edifico in questione, al fine di garantire l'interazione tra i due sistemi con gli effetti benefici già illustrati.

Nel proseguo, al fine di dimostrare che la nuova tipologia di impianto termico, in fase esecutiva, garantisca il raggiungimento della stessa classe energetica prevista con la tipologia a pompa di calore a gas in fase di progetto definitivo, si analizzerà un ulteriore scenario che prevede la realizzazione dell'impianto termico mediante pompa di calore elettrica ad espansione diretta e portata variabile. Parimenti, sarà effettuato un confronto con lo scenario che prevede la realizzazione dell'impianto termico con pompe di calore a gas e si andranno ad evidenziare le peculiarità del nuovo scenario proposto che permetteranno di dimostrare come la nuova tipologia di impianto è in grado di assicurare il raggiungimento della stessa classe energetica prevista in sede di progetto definitivo, ovvero il passaggio di classe energetica da G a B.

A tal scopo è bene premettere che l'attribuzione della classe energetica avviene mediante confronto tra l'edificio reale e l'edifico di riferimento, ossia un edificio identico a quello reale

in termini di geometria, orientamento, ubicazione territoriale, destinazione d'uso e situazione al contorno e avente caratteristiche termiche e parametri energetici predeterminati. Quanto più il caso reale si avvicina alla situazione di riferimento tanto più alta sarà la classe energetica attribuita all'edificio reale. In particolare, si sottolineare che l'attribuzione della classe energetica avviene considerando la quota di energia non rinnovabile impiegata per il soddisfacimento del fabbisogno termico dell'edificio.

Si ribadisce a tal proposito che la sostituzione del sistema di generazione non influisce sul fabbisogno termico dell'edificio che viene, invece, definito dalla composizione delle strutture opache e trasparenti presenti e dal grado di contenimento delle trasmittanze operato. In altre parole, il fabbisogno termico dell'edificio definito in fase di stesura del progetto definitivo non cambia sostituendo la tipologia di impianto termico di generazione.

La sostanziale modifica riguarda la diversa fonte energetica utilizzata dall'impianto termico. Fonte diversa implica una diversa composizione e sfruttamento di fonti rinnovabili che conseguono al raggiungimento della classe energetica. Infatti, a parità di fabbisogno energetico, la classe energetica aumenta quanto maggiormente lo stesso viene soddisfatto da percentuali maggiori da fonti energetiche rinnovabili.

Nel caso in esame, pertanto, nel cambio operato tra la stesura del progetto definitivo e quella dell'esecutivo si è lasciata invariata la trasmittanza delle strutture opache e trasparenti dell'edificio e si è sostituito l'impianto termico che presumeva il vettore energetico gas metano con un altro che prevede l'utilizzo di energia elettrica. Il gas metano è considerata una fonte energetica non rinnovabile, mentre l'energia elettrica di rete viene prodotta facendo utilizzo di un mix di fonti energetiche rinnovabili e non. Questo aspetto unitamente a quanto asserito prima, sull'attribuzione della classe energetica, di per sé è a favore di un aumento della classe energetica dell'edifico a parità di fabbisogno energetico, in quanto lo stesso viene garantito da un percentuale maggiore da fonti rinnovabili. Nel seguito sarà dimostrato che l'utilizzo dell'impianto termico alimentato ad energia elettrica assicura un contenimento dei consumi ed uno sfruttamento di energie rinnovabili, tale da garantire la stessa classe energetica attribuita con l'impianto termico alimentato a gas.

L'analisi sarà condotta utilizzando i dati provenienti dall'analisi energetica effettuata sull'edificio.

Si premette che il costo stimato per l'installazione dei due impianti termici è circa simile in quanto la tipologia che prevede l'utilizzo del gas ha un costo pari a € 160.686, mentre quello che prevede l'utilizzo di energia elettrica è pari a €159.400. Pertanto, il parametro costo non sarà analizzato come parametro per effettuare un confronto.

Si procederà, invero, a considerare i consumi dei due diversi vettori energetici utilizzati, e la differenza di efficienza dei due impianti.

A tal proposito è opportuno, ancora, evidenziare che la comparazione tra tipologie di impianto che utilizzano vettori energetici differenti deve essere condotto attraverso l'utilizzo del concetto di energia primaria. Una fonte di energia è definita primaria quando è presente in natura e non deriva quindi dalla trasformazione di nessuna altra fonte di energia. Quindi secondo questa definizione il metano è fonte di energia primaria, mentre l'energia elettrica non è considerata fonte di energia primaria (in quanto derivante da trasformazione di altre fonti di energia).

Per confrontare tra loro macchine che utilizzano fonti di energia diverse è necessario fare riferimento all'energia primaria, ovvero al consumo energetico originale che è stato necessario per produrre l'energia utilizzata direttamente dalla macchina.

Per le unità a gas ovviamente questa conversione non si applica, in quanto usano direttamente energia primaria, mentre per le unità elettriche bisogna applicare un fattore di conversione. Tale fattore (indicato con la lettera η nelle formule) è stato normato dalla Comunità Europea attraverso la Direttiva 2009/28/CE "RES - Renewable Energy Sorces", recepita dallo Stato Italiano con la legge 96/10 del 4 giugno 2010 e con il DL 28 del 03/03/2011.

Il valore da utilizzare per il coefficiente η secondo la Direttiva è definito da Eurostat ed attualmente è pari a 0,4 per la conversione da energia elettrica a energia primaria, e 2,5 per la conversione opposta. Per le unità a gas (metano o GPL) il valore del coefficiente η è posto per convenzione pari a 1. Quindi per passare da COP a GUE) o viceversa si utilizzano le seguenti formule:

$COP_{GAHP} = GUE_{GAHP} \times 2,5$ conversione da energia primaria (gas) a energia elettrica

$GUE_{elettrico} = COP_{elettrico} \times 0,4$ conversione all'energia primaria da energia elettrica

La seconda formula è quella usualmente impiegata per confrontare le caratteristiche delle unità elettriche con quelle delle unità equivalenti a gas.

Al fine di una migliore comprensione del confronto tra i due scenari è opportuno riportare il seguente esempio: poniamo che l'energia trasferita da un sistema di generazione in una stagione sia pari a 100.000 kWh e si consideri una pompa di calore a gas avente rendimento medio stagionale pari a 1,40. Una pompa di calore elettrica per avere le medesime prestazioni stagionali deve garantire un COP medio stagionale (compresi gli assorbimenti elettrici di eventuali ausiliari) pari a 3,50. Infatti, ponendo che il rendimento di trasformazione dell'energia primaria in energia elettrica sia pari 0,4 il REP per la pompa di calore a gas risulta 1,40 così come per la pompa di calore elettrica. Inserendo i dati corretti nell'equazione per il calcolo dell'energia rinnovabile secondo la formula utilizzata per le pompe di calore a gas si ottengono i seguenti risultati:

$$100.000 \left(1 - \frac{0{,}40}{1{,}40}\right) = 71429$$

Si evidenzia, quindi, che la pompa di calore a gas è in grado di offrire all'impianto 71.429 kWh di energia rinnovabile convenzionale prelevata dall'aria a fronte dei 100.000 kWh richiesti e forniti all'impianto. Ciò equivale a dire che l'energia rinnovabile convenzionale dichiarabile a fini legislativi è pari al 71,4 % sulla copertura degli usi finali di energia.

Inserendo i dati corretti nell'equazione per il calcolo dell'energia rinnovabile secondo la formula utilizzata per le pompe di calore elettriche si ottengono i seguenti risultati:

$$100.000 \left(1 - \frac{1}{3{,}50}\right) = 71429$$

Si evidenzia, quindi, come anche la pompa di calore elettrica di identiche prestazioni della pompa di calore a gas è in grado di offrire all'impianto 71.429 kWh di energia rinnovabile convenzionale prelevata dall'aria, offrendo la medesima percentuale di energia rinnovabile convenzionale dichiarabile a fini legislativi.

Da tale esempio è possibile evidenziare che la tipologia di impianto a pompa di calore elettrica con rendimento medio di 3,5 è equivalente ai fini della percentuale di energia rinnovabile convenzionale a quella della pompa di calore a gas con rendimento medio pari a 1,4 così come quella prevista in fase di progetto definitivo.

Nella mano del progetto esecutivo si sono indicate tre pompe di calore elettriche a portata variabile identiche che presentano le seguenti caratteristiche:

Potenza utile nominale [kW]	SCOP	SEER
56	4,26	6,00

che, quindi, sono in grado di garantire il rendimento medio stagionale pari a 3,5 previsto dall'esempio e parimenti soddisfare i requisiti previsti dalla tabella 8 dell'allegato A al decreto ministeriale del 26.06.2015, ovvero $\eta h = 3,0$.

Pertanto, da quanto precedentemente analizzato la tipologia di impianto prevista in fase di progettazione esecutiva assicura la stessa percentuale di energia rinnovabile convenzionale dichiarabile ai fini legislativi, il che implica che produce gli stessi effetti nell'attribuzione della classe energetica dell'edifico.

Si passa adesso a confrontare i due scenari dal punto di vista dei consumi. Si fa notare che nel caso di utilizzo dell'impianto con tecnologia volume variabile il consumo di gas dell'intero edifico viene diminuito (si usa il gas solo per la produzione di acqua calda sanitaria) e viene aumentato il consumo di energia elettrica.

A tal proposito si precisa che il costo del metano considerato per il calcolo dei consumi è quello indicato nell'analisi energetica, ovvero 0,956 €/m^3, mentre per l'energia elettrica si utilizzerà il valore, sempre riportato nell'analisi energetica, pari a 0,25 €/kWh. Sempre dall'analisi energetica si ricava che installando l'impianto a pompa di calore a gas si ha un consumo di energia termica pari a 16.332 Nm^3/anno a cui corrisponde una spesa di € 156.13,39.

Nel caso in cui si installi l'impianto basato su tecnologia ad espansione diretta con portata variabile, tale tecnologia è in grado di modulare in maniera automatica l'indirizzamento del fluido termovettore in funzione delle reali esigenze dell'utenza garantendo, di fatto, uno scambio sempre ottimale ed un rendimento elevato. Sotto tali condizioni si ottiene che l'energia elettrica consumata per anno sarà pari a 31.799 kWh/anno per un costo di € 7.949,75 annuo.

La produzione di acqua calda sanitaria sarà garantita dalle due caldaie murali a gas attualmente presenti ed il consumo di gas per tale produzione viene stimato pari a 9.697,82 Nm^3/anno ovvero un costo di € 9.269,51 annuo.

In definitiva il costo totale dello scenario che prevede l'utilizzo di impianto termico a pompa di calore elettrica sarà pari a € 17.219,26 annuo.

Tale consumo risulta essere € 1.605,87 anno maggiore di quanto previsto nel caso di impianto a pompa di calore a gas, ovvero con una maggiorazione di circa il 10%. Confronto consumi e costi diversi scenari:

Scenario da progetto definitivo	Consumo	Costi [€/anno]
Pompa di calore a gas e ACS	16332 [Nm^3/anno]	15613,39

Scenario da progetto esecutivo	Consumo	Costi [€/anno]
Pompa di calore elettrica	31799 [kWh/anno]	7949,75
Produzione ACS	9697,86 [Nm^3/anno]	9269,51
Totale		17219,26

Differenza costi tra scenari (esecutivo - definitivo)	1.605,87 [€/anno]

Per capire se tale incremento può determinare una diversa attribuzione di classe energetica bisogna effettuare un'analisi sull'incidenza che tale maggiorazione ha sul risparmio globale che ha consentito l'attribuzione di quella classe energetica.

Dall'analisi energetica si evince il peso che ogni singolo scenario ha sull'attribuzione della classe globale, così come riportato nella sottostante tabella:

Scenario	Percentuale riduzione
Sostituzione infissi	7,79
Coibentazione perimetrali esterne	46,27
Coibentazione coperture	20,45
Sostituzione impianto termico con pompa di calore a gas	8,81

Scenario globale con tutti gli interventi previsti	83,22

Ovvero, si evidenzia che intervenire sugli infissi porta ad una riduzione del 7,69 % dei consumi, intervenire sulla coibentazione delle pareti perimetrali esterne comporta una riduzione del 46,27 %, intervenire sulla coibentazione delle coperture comporta una riduzione dei consumi del 20,45 % ed infine l'installazione della pompa di calore a gas produce una riduzione dei costi pari a 8,81 %. Il risparmio totale effettuando tutti gli interventi è pari a 83,22%.

Nel caso in esame bisogna quindi rapportare l'aumento del 10% nel solo intervento di sostituzione del generatore alla riduzione complessiva che gli interventi producono. Con riferimento alla tabella sottostante:

Scenario	Percentuale riduzione
Sostituzione infissi	7,79
Coibentazione perimetrali esterne	46,27
Coibentazione coperture	20,45
Sostituzione impianto termico con pompa di calore elettrica	7,93
Scenario globale con tutti gli interventi previsti	82,34

Differenza percentuale tra Scenario globale con pompa di calore a gas e analogo con pompa di calore elettrica	1%

La riduzione per la sostituzione del gruppo di generazione non è più pari al 8,81 % ma diventa il 10% in meno ovvero si attesta sul valore del 7,93 %, attestando, dunque, il risparmio globale sul valore di 82,34 a cui corrisponde una percentuale di variazione pari a circa 1%.

Tale esiguo valore di variazione non incide sulla classe energetica attribuita anche in considerazione che il valore di 50,1 kWh/anno relativo alla classe B si trova sul margine superiore della fascia di pertinenza della classe in questione.

Basti, infatti, pensare che un indice di 49,7 kWh/anno corrisponde alla classe energetica superiore, ovvero la A1.

Tutto questo rende sicura l'attribuzione della classe energetica B anche sostituendo l'impianto termico nella situazione di fatto con un impianto a pompa di calore con portata variabile.

Si passa, infine, a stimare le emissioni di gas a effetto serra nel caso del nuovo scenario che prevede, appunto, la realizzazione dell'impianto termico con pompa di calore elettrica.

La metodologia di calcolo utilizzata è la seguente:

- si individua il combustibile;
- il relativo consumo annuo energetico viene moltiplicato per il potere calorifero inferiore (p.c.i);
- il risultato ottenuto viene moltiplicato per il relativo fattore di conversione (fp) in energia primaria dei vettori energetici;
- tale ultimo risultato viene moltiplicato per il fattore di emissione (fe) espresso in $kgCO_2/kWh$ ottenendo l'emissione complessiva di Anidride Carbonica.

In sintesi, la formula utilizzata è pari a tCO_2 = consumi anno * pci * fp* fe

Pertanto, per lo scenario in questione si ottiene:

Emissione diretta					
Combustibile	Quantità annua consumata in un anno	Potere Calorifero inferiore (p.c.i.)	Fattore di conversione fp	Fattore di emissioni fe [$kgCO_2/kWh$]	Emissione complessiva [tCO2 anno]
Metano	736,97 [Nm^3]	9,45	1,05	0,21	1,535
Energia elettrica	8.501,95 [kWh]	1	2,42	0,46	9,464

Emissione totale di gas a effetto serra con scenario impianto termico a pompa di calore elettrica pari a 10,99 tCO_2 anno.

Da quanto analizzato si può affermare che la sostituzione dell'impianto termico a pompa di calore a gas con l'impianto termico a pompa di calore elettrica determina il raggiungimento della stessa classe energetica prevista nel progetto definitivo approvato e parimenti assicura la riduzione dei consumi e delle emissioni di gas serra.

Randazzo, 29.03.2021

Il Tecnico