REGIONE PUGLIA

UNIONE EUROPEA

COMUNE DI TAURISANO

PROVINCIA DI LECCE

P.O. 2007 / 2013 - ASSE II - LINEA DI INTERVENTO 2.4 - AZIONE 2.4.1 - PROMOZIONE DEL RISPARMIO ENERGETICO E DELL'IMPIEGO DI ENERGIA SOLARE NELL'EDILIZIA PUBBLICA NON RESIDENZIALE

INTERVENTO DI EFFICIENTAMENTO DELL'EDIFICIO SCOLASTICO ELEMENTARE "G. CARDUCCI"

TAV.

A

SCALA: 1 : --

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GENERALE

REVISIONE	DATA	NOTE	CONTROLLATO	APPROVATO
01	NOVEMBRE 2014	Emissione	--------	--------

PROGETTAZIONE

UFFICIO TECNICO COMUNALE
ING. STEFANO POTENZA

COLLABORAZIONE: ING. GIOVANNI COSTA

Sommario

1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E SOCIOECONOMICO DEL PROGETTO, STRUTTURA E OBIETTIVI 3
1.1. GENERALITA' 3
1.2. INQUADRAMENTO SOCIOECONOMICO 3
1.3. OBIETTIVI DEL PROGETTO 3
2. STATO DELL'EDIFICIO NELLA SITUAZIONE SENZA INTERVENTO 4
2.1. STRUTTURE EDILIZIE 4
2.1.1. Elementi di separazione verticali 4
2.1.2. Elementi di separazione orizzontali 4
2.1.3. Infissi 4
2.2. DOTAZIONI IMPIANTISTICHE 5
2.2.1. Sistema di riscaldamento 5
2.2.2. Sistema di illuminazione 5
2.3. SISTEMAZIONE AREE ESTERNE 5
3. DIAGNOSI DEI CONSUMI ENERGETICI 6
3.1. INFORMAZIONI GENERALI 6
3.2. DATI TECNICO E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO E DELLE RELATIVE STRUTTURE 6
3.3. DATI GEO-CLIMATICI DELLA LOCALITÁ (UNI 10349) 6
3.4. CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE DELL'EDIFICIO 7
3.5. CONDIZIONI AMBIENTALI INTERNE 7
3.6. CARATTERISTICHE DELLE UTENZE ELETTRICHE E TERMICHE 7
3.7. TIPOLOGIA DI STRUTTURE DISPERDENTI 8
3.8. CARATTERISTICHE DELLA CENTRALE TERMICA E DELL'IMPIANTO 8
3.8.1. Specifiche dei generatori di energia (rendimenti come da allegato I del D.Lgs 311/06) 8
3.9. VALUTAZIONE QUALITATIVA DELLE CARATTERISTICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO 9
3.10. VALUTAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA ATTUALE 9
4. INDIVIDUAZIONE DEGLI ELEMENTI MAGGIORMENTE CRITICI DAL PUNTO DI VISTA DELLA DISPERSIONE ENERGETICA 11
5. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI RISPARMIO ENERGETICO IN FUNZIONE DELLE POSSIBILI SOLUZIONI DI CARATTERE STRUTTURALE / IMPIANTISTICO 13
6. DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI INVESTIMENTI 14
6.1. SOSTITUZIONE DEL GENERATORE ESISTENTE CON NUOVO DEL TIPO A POMPA DI CALORE, ED OPERE COMPLEMENTARI. 14

6.2. INSTALLAZIONE DI SISTEMI AUTOMATICI PER LA REGOLAZIONE DELLA TEMPERATURA NEI SINGOLI AMBIENTI E PER LA REGOLAZIONE DELLA TEMPERATURA DEL FLUIDO VETTORE IN MANDATA ALL'IMPIANTO SULLA BASE DI CURVA CLIMATICA. 15

6.3. INSTALLAZIONE DI IMPIANTO PER IL TRATTAMENTO E LA DISTRIBUZIONE DELL'ARIA PRIMARIA NEGLI AMBIENTI. 15

6.4. SOSTITUZIONE DEGLI INFISSI ESTERNI. 16

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 16

8. QUADRO ECONOMICO 17

1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E SOCIOECONOMICO DEL PROGETTO, STRUTTURA E OBIETTIVI

1.1. GENERALITA'

L'edificio in questione è ormai la sede consolidata della scuola elementare di Taurisano.
Lo stesso è ubicato in via Rimembranze, ed è individuato catastalmente nel N.C.E.U. di Taurisano al fg. 12, part. 243.
L'Istituto conta 295 alunni iscritti, suddivisi in 14 classi, dalla prima alla quinta elementare, con un trend in leggera diminuzione negli ultimi anni.
Nel Comune di Taurisano esiste un'altra scuola elementare dislocata su due sedi (Via Addis Abeba e Via Aldo Sabato).
L'edificio in questione è stato edificato nel 1930, secondo i canoni architettonici e tecnici tipici del ventennio fascista.
Nel 1970 è stato eseguito un intervento in ampliamento, mentre l'ultimo intervento significativo edilizio risale al 1985. L'edificio è stato realizzato per essere, fin dall'inizio, destinato a scuola primaria.

1.2. INQUADRAMENTO SOCIOECONOMICO

L'inquadramento socioeconomico del progetto, vede lo stesso caratterizzarsi di importanza particolarmente rilevante, poiché incide nell'ambito sociale su due ambiti distinti e ben definiti:

- Il primo ambito di incidenza è quello economico, in quanto il progetto in questione è in grado di portare all'Ente Proprietario un immediato beneficio economico per quanto riguarda i costi di gestione, come ampliamente dimostrato negli allegati al presente progetto.
- Il secondo ambito, ma non meno importante, è quello socio – culturale: infatti, è particolarmente significativo il fatto che azioni di eco-sostenibilità e di risparmio delle risorse energetiche vengano attuate in luoghi sede di attività di istruzione: le tematiche ambientali ed energetiche vanno perseguite soprattutto attraverso l'educazione e l'esempio.

1.3. OBIETTIVI DEL PROGETTO

Gli obiettivi del progetto possono essere come di seguito riassunti:
1. Abbattere i costi energetici, attraverso gli interventi mirati al miglioramento delle caratteristiche dell'involucro edilizio ed degli impianti di riscaldamento invernale
2. Migliorare la qualità della permanenza negli ambienti indoor, attraverso il conseguimento di un migliore isolamento acustico, ma soprattutto attraverso il controllo dell'aria primaria apportata negli ambienti.
3. Migliorare la sostenibilità ambientale dell'edificio, che, in seguito agli interventi previsti, potrà certamente conseguire una classificazione con punteggio superiore a 2 nell'ambito del Protocollo Itaca della Regione Puglia.
4. Promuovere, sin dalle generazioni più giovani, la conoscenza e la cultura delle tematiche energetiche ed ambientali.
5. Affermare il settore pubblico come esemplare per tutti gli altri nell'ambito delle tematiche ambientali, testando la validità delle soluzioni proposte e promuovendone la replicabilità delle stesse anche in altri edifici pubblici.

2. STATO DELL'EDIFICIO NELLA SITUAZIONE SENZA INTERVENTO

2.1. STRUTTURE EDILIZIE



L'edificio, risalente al ventennio fascista, e con architettura tipica del periodo, si presenta realizzato con murature portanti di elevato spessore e solai piani del tipo latero – cementizio.

Lo stesso edificio si presenta articolato in due corpi di fabbrica: il principale, ospitante le aule ed i servizi, è articolato in due piani interamente fuori terra, mentre un corpo di fabbrica secondario, ospitante solo la palestra, è articolato in un unico piano fuori terra.

Il corpo di fabbrica principale presenta una superficie complessiva (sup. coperta) di 1227 mq per ciascuno dei due piani in cui è articolato, mentre la Palestra ha una superficie complessiva di 177 mq.

2.1.1. Elementi di separazione verticali

Gli elementi di separazione verticali sono costituiti da pareti portanti in conci di tufo.

Le stesse, per quanto riguarda i paramenti esterni, si presentano di elevato spessore, del tipo a cassetta con intercapedine realizzata con inerti naturali.

Gli elementi di separazione esterna sono invece di tipo pieno, sempre in conci di tufo.

2.1.2. Elementi di separazione orizzontali

Gli elementi di separazione orizzontale sono costituiti d solai piani del tipo latero – cementizio gettati in opera.

Il solaio intermedio è rivestito con pavimentazione in mattonelle in granagliato di cemento allettate su massetto di sabbia e cemento. Il solaio terminale è rivestito con lastricato solare in materiale tufaceo compatto allettato su massetto a pendenza in sabbia.

2.1.3. Infissi



Gli infissi, di generose dimensioni, si presentano nella gran parte del tipo con profilo in alluminio senza taglio termico e vetri semplici. Gli stessi versano in condizioni tali da richiedere un intervento di sostituzione per il necessario contenimento delle dispersioni termiche ed anche per la messa in scurezza mediante l'impiego di sistemi anti – sfondamento.

Solo gli infissi della parete sul lato sud – est, invece, risultano di recente sostituzione, e, dunque, in condizioni di funzionalità decisamente migliori rispetto ai restanti sopra descritti.

2.2. DOTAZIONI IMPIANTISTICHE

2.2.1. Sistema di riscaldamento





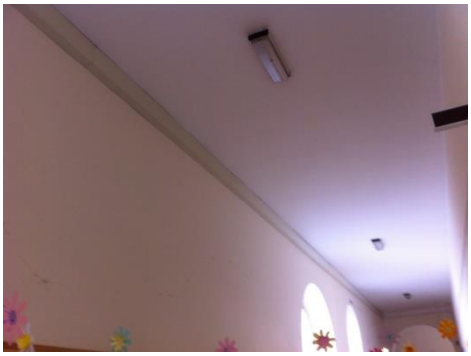
L'edificio è dotato di sistema di riscaldamento invernale articolato in un generatore a gasolio collegato ad una rete di terminali ubicati negli ambienti in prossimità delle preti perimetrali

Il generatore attualmente in servizio è costituito da una caldaia a gasolio del tipo a basamento in acciaio (mod. Roca CPA 250), con potenza utile nominale di 290, 7 Kw. Detto generatore è installato in locale centrale termica ubicato al piano terra dell'edificio. Il deposito di gasolio è costituito da serbatoio cilindrico orizzontale in acciaio ubicato fuori terra in prossimità della centrale termica.

I terminali attualmente installati sono radiatori con elementi in ghisa a colonne. Gli stessi radiatori sono installati in prossimità delle pareti perimetrali dell'edificio, per lo più in corrispondenza delle finestre.

La rete di distribuzione del vettore termico dal generatore ai terminali è costituita da tubazioni in rame di vario spessore, con giunzioni a saldare e schema di posa del tipo tradizionale, con colonne montanti e derivazioni. Detta rete è installata, per quanto riguarda le colonne montanti, nella parte alta delle pareti, in prossimità dello spigolo tra solai e pareti stesse, entro canaletta in plastica sistemata in vista. Le derivazioni, sempre in tubo di rame, sono invece sistemate in traccia all'interno delle pareti. La rete di distribuzione è di recente realizzazione, e risulta interamente isolata con guaina in elastomero espanso a celle chiuse contenenti gas inerte.

La regolazione dell'impianto di riscaldamento è affidata esclusivamente termostati di zona ubicati ai piani. La regolazione climatica con valvola a tre vie per il controllo della temperatura di mandata risulta fuori servizio.



2.2.2. Sistema di illuminazione

L'illuminazione interna degli ambienti è assicurata da una serie di plafoniere fluorescenti al neon, del tipo sospensione, opportunamente distribuite. Il comando delle accensioni è esclusivamente manuale.

L'alimentazione delle plafoniere avviene attraverso tubazioni posate in traccia, con scatole di derivazione a parete.

2.3. SISTEMAZIONE AREE ESTERNE

Le aree esterne di pertinenza dell'edificio risultano interamente recintate, con cancelli per regolare l'accesso all'attività. Le stesse aree esterne presentano diverse superfici sistemate a verde, con alberi di alto fusto ed aiuole.

Sono presenti aree dedicate alla raccolta differenziata dei rifiuti e camminamenti idonei a garantire l'accessibilità a soggetti portatori di disabilità.

3. DIAGNOSI DEI CONSUMI ENERGETICI

3.1. INFORMAZIONI GENERALI

Comune di	TAURISANO
Provincia	LECCE
Sito in	Via G. Carducci
Committente	Comune di Taurisano
Gradi giorno	1340 [GG]
Temperatura minima di progetto	0 [°C]

3.2. DATI TECNICO E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO E DELLE RELATIVE STRUTTURE

Unità immobiliari centralizzate	T. Int.	U. Int.	V. Lordo	S. Lorda	S/V	S.Utile
	[°C]	[%]	[m³]	[m²]	[m⁻¹]	[m²]
Centrale: **Centrale 1**	19,90	50,00	13.137,94	5.354,54	0,41	2.036,06
Unità immobiliare: **Scuola**			13.137,94	5.354,54	0,41	2.036,06

3.3. DATI GEO-CLIMATICI DELLA LOCALITÁ (UNI 10349)

DATI GEOGRAFICI E VENTOSITÀ DELLA LOCALITÀ								
		Alt.	**Lat.**	**Grad**	**Rg**	**Zona**	**Mare**	**V.vent**
		[m.s.l.]	[Deg]	[°C/m]	vent	vent	[km]	[m/s]
Comune	TAURISANO	110,00	39,57	0,007	B	1	0,00	2,25
Provincia di riferimento	LECCE	49,00	40,21		B	2		
2° Prov. per la radiazione solare	BRINDISI		40,38					

3.4. CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE DELL'EDIFICIO

Calcoli relativi alla centrale: Centrale 1

Valori di ventilazione		
DESCRIZIONE	VALORE	U.M
Unità immobiliare	**Scuola**	
Zona	**Palestra**	
Numero di ricambi medi giornalieri	3,39	[Vol/h]
Portata d'aria di ricambio	1.595,14	[m³/h]
Zona	**Piano terra**	
Numero di ricambi medi giornalieri	3,24	[Vol/h]
Portata d'aria di ricambio	14.123,92	[m³/h]
Zona	**Piano primo**	
Numero di ricambi medi giornalieri	3,24	[Vol/h]
Portata d'aria di ricambio	13.377,65	[m³/h]

Valore dei rendimenti medi stagionali di progetto		
DESCRIZIONE	VALORE	U.M
Rendimento di produzione	94,34	[%]
Rendimento di regolazione	93,00	[%]
Rendimento di distribuzione	98,09	[%]
Rendimento di emissione	94,79	[%]
Rendimento globale medio stagionale	**73,55**	**[%]**
Rendimento globale minimo imposto dal regolamento	**84,85**	**[%]**

3.5. CONDIZIONI AMBIENTALI INTERNE

Le condizioni ambientali interne assunte alla base dei calcoli effettuati sono le seguenti:

Temperatura: 20 °C

Umidità relativa: 50%

In relazione agli indici di affollamento ed alle portate d'aria di ventilazione, vedi punto precedente

3.6. CARATTERISTICHE DELLE UTENZE ELETTRICHE E TERMICHE

Il generatore attualmente in servizio è costituito da una caldaia a gasolio del tipo a basamento in acciaio (mod. Roca CPA 250), con potenza utile nominale di 290, 7 Kw. Detto generatore è installato in locale centrale termica ubicato al piano terra dell'edificio. Il deposito di gasolio è costituito da serbatoio cilindrico orizzontale in acciaio ubicato fuori terra in prossimità della centrale termica.

I terminali attualmente installati sono radiatori con elementi in ghisa a colonne. Gli stessi radiatori sono installati in prossimità delle pareti perimetrali dell'edificio, per lo più in corrispondenza delle finestre

Le utenze elettriche sono essenzialmente costituite da corpi illuminanti del tipo con plafoniera a tubi fluorescenti lineari (neon) installati mediante sospensione al soffitto.

3.7. TIPOLOGIA DI STRUTTURE DISPERDENTI

L'edificio, risalente al ventennio fascista, e con architettura tipica del periodo, si presenta realizzato con murature portanti di elevato spessore e solai piani del tipo latero – cementizio.

Lo stesso edificio si presenta articolato in due corpi di fabbrica: il principale, ospitante le aule ed i servizi, è articolato in due piani interamente fuori terra, mentre un corpo di fabbrica secondario, ospitante solo la palestra, è articolato in un unico piano fuori terra.

Il corpo di fabbrica principale presenta una superficie complessiva (sup. coperta) di 1227 mq per ciascuno dei due piani in cui è articolato, mentre la palestra ha una superficie complessiva di 177 mq.

Elementi di separazione verticali

Gli elementi di separazione verticali sono costituiti da pareti portanti in conci di tufo.

Le stesse, per quanto riguarda i paramenti esterni, si presentano di elevato spessore, del tipo a cassetta con intercapedine realizzata con inerti naturali.

Gli elementi di separazione esterna sono invece di tipo pieno, sempre in conci di tufo.

Elementi di separazione orizzontali

Gli elementi di separazione orizzontale sono costituiti d solai piani del tipo latero – cementizio gettati in opera. Il solaio intermedio è rivestito con pavimentazione in mattonelle in granagliato di cemento allettate su massetto di sabbia e cemento. Il solaio terminale è rivestito con lastricato solare in materiale tufaceo compatto allettato su massetto a pendenza in sabbia.

Infissi

Gli infissi, di generose dimensioni, si presentano nella gran parte del tipo con profilo in alluminio senza taglio termico e vetri semplici. Gli stessi versano in condizioni tali da richiedere un intervento di sostituzione per il necessario contenimento delle dispersioni termiche ed anche per la messa in scurezza mediante l'impiego di sistemi anti – sfondamento.

Solo gli infissi della parete sul lato sud – est, invece, risultano di recente sostituzione, e, dunque, in condizioni di funzionalità decisamente migliori rispetto ai restanti sopra descritti

3.8. CARATTERISTICHE DELLA CENTRALE TERMICA E DELL'IMPIANTO

3.8.1. Specifiche dei generatori di energia (rendimenti come da allegato I del D.Lgs 311/06)

Specifiche del generatore: Caldaia a gasolio 290 kW			
Tipo	Generatore monostadio		
Fluido termovettore	Acqua		
Valore nominale della potenza termica utile Pn	290,00 [kW]		
Combustibile utilizzato	Gasolio		
Rendimento termico utile a Pn:			
– valore di progetto	**92,90**	**[%]**	
– valore minimo prescritto dal regolamento	**94,92**	**[%]**	(90.00 +2logPn)

3.9. VALUTAZIONE QUALITATIVA DELLE CARATTERISTICHE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

L'involucro edilizio non si presenta particolarmente prestazionale dal punto di vista dell'isolamento termico. Ciò è essenzialmente dovuto al contributo negativo degli infissi, che si presentano numerosi e di dimensioni generose, ancorché particolarmente scadenti dal punto di vista del contenimento delle dispersioni.
Peraltro le strutture edilizie verticali, specie quelle relative alla parte di più datata realizzazione, ancorché realizzate con materiale dalle modeste caratteristiche prestazionali dal punto di vista dell'isolamento termico, presentano criticità minori, grazie agli elevati spessori adottati.
Quanto sopra, non è evidentemente valido per i solai di copertura ed i pavimenti (strutture orizzontali), che invece presentano notevoli dispersioni termiche.

3.10. VALUTAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA ATTUALE

Rendimento di distribuzione	
Tipo	Impianti centralizzati con montanti di distribuzione
Valore del rendimento di distribuzione (η_d)	0,92

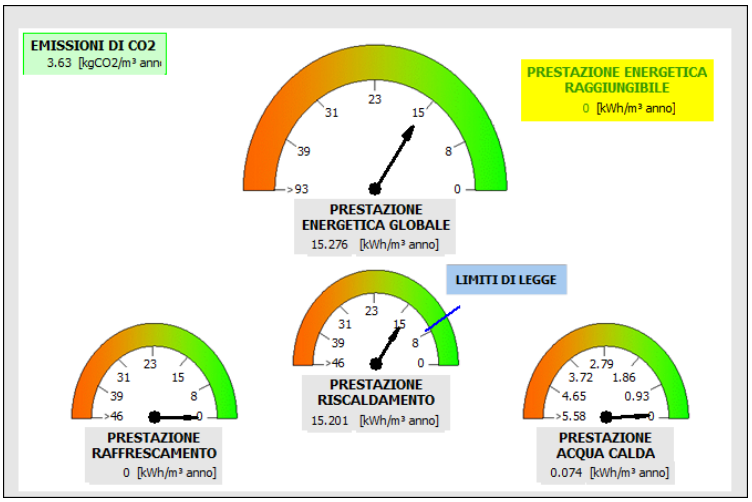
Rendimento di regolazione	
Tipo	Regolazione On-Off
Valore del rendimento di regolazione (η_{rg})	0,94

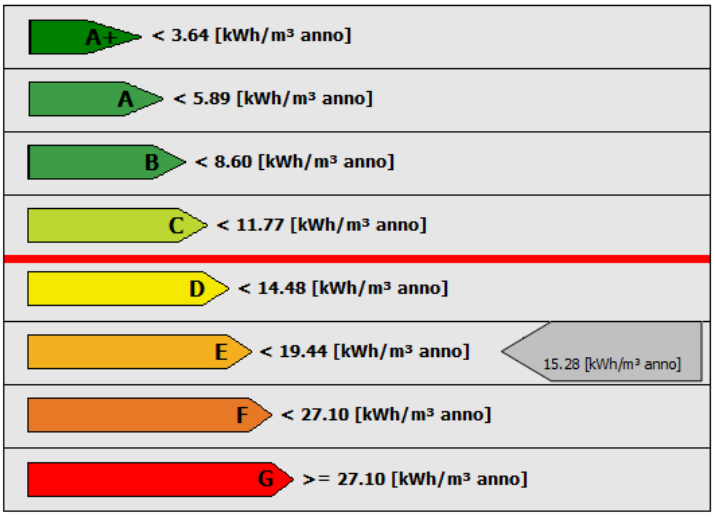
Rendimento di emissione	
Tipo	Radiatori
Valore del rendimento di emissione (η_e)	0,94

Risultati finali, centrale: Centrale 1				
Definizione	**Simbolo**	**formula**	**U.M.**	**Valore**
Coefficiente globale di trasmissione termica	**HT**		[W/K]	2.685,14
Gradi Giorno	**GG**		[G·K]	1340
Fabbisogno di energia termica dell'edificio	**QH**	0.024 x HT x GG	[kWh]	86.354,17
Rendimento globale medio stagionale	**η_g**	η_e x η_{rg} x η_d x η_{gn}	[0..1]	0,7316

Superficie utile (pavimento)	A_{pav}		[m²]	2.036,06
Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale	**EPi**	$(QH / A_{pav}) / \eta_g$	[kWh/(m² anno)]	**57,97**

Le figure seguenti riportano in forma grafica gli indicatori di prestazione energetica stimati





4. INDIVIDUAZIONE DEGLI ELEMENTI MAGGIORMENTE CRITICI DAL PUNTO DI VISTA DELLA DISPERSIONE ENERGETICA

In riferimento agli elementi di maggiore dispersione, è estremamente importante sottolineare l'influenza di alcuni fattori, legati alla particolare destinazione d'uso dell'immobile, piuttosto che alle caratteristiche realizzative dello stesso, sulla prestazione energetica stimata per lo stesso. In particolare, il riferimento è in relazione a:

- **Consumo di acqua calda sanitaria**
- **Ventilazione naturale degli ambienti**

In merito al consumo di acqua calda per impieghi sanitari, la stima effettuata per una valutazione dello stesso, è stata effettuata a partire dall'osservazione che, in ambito scolastico, il reale fabbisogno di acqua calda per uso sanitario è assai limitato in relazione al numero di utenti che fruiscono della struttura. Relativamente alla struttura in esame, si riscontra un numero limitato di servizi doccia (praticamente assenti), situazione tipica, peraltro degli edifici scolastici. Pertanto, in seno alle procedure di calcolo, si è ipotizzato un consumo complessivo di acqua calda sanitaria pari a 250 l/giorno.

In conseguenza, l'efficienza del sistema impiegato per la produzione dell'acqua calda sanitaria ha un peso esiguo nell'ambito della prestazione energetica complessiva, a causa dei bassi consumi della stessa acqua calda.

In relazione, invece, alla stima delle portate d'aria di ventilazione, la stessa è stata effettuata sulla base delle seguenti considerazioni:

Gli ambienti scolastici (le aule in particolare) presentano elevati indici di affollamento: la norma UNI 10339 – "Impianti aeraulici ai fini di benessere, generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.", al prospetto VIII – Indici di affollamento ns per ogni metro quadro di superficie, indica per le aule di scuole elementari e medie inferiori e superiori un valore di 0,45 persone / mq. Lo stesso prospetto, per palestre ed uffici, indica valori rispettivi di 0,2 e 0,06 persone /mq

Inoltre, l'attività svolta in detti ambienti comporta la necessità di controllare il tasso di CO_2, dovuto al metabolismo umano, che, se in eccesso, disturba le capacità di concentrazione e deduzione, particolarmente necessarie nello svolgimento di attività di studio.

Dal punto di vista dello studio energetico, dunque, si è reso necessario valutare quantitativamente e con attenzione le portate d'aria di ricambio (ventilazione naturale) causate dal ricorso all'apertura frequente delle finestre per il rinnovo dell'aria in ambiente,

A tal fine, si è di nuovo fatto ricorso alla norma UNI 10339, che, al Prospetto III – Portate d'aria esterna per edifici ad uso civile, in riferimento a scuole indica una portata d'aria esterna o di estrazione pari a 7 x 10-3 m3 / s per persona. Lo stesso prospetto, in relazione a palestre ed uffici, indica, rispettivamente, i valori di 6,5 x 10-3 m3 / s per persona e 11 x 10-3 m3 / s per persona.

Ai valori di cui sopra, che la norma valuta sufficienti, si sono, poi, applicati dei coefficienti di riduzione percentuale, per tenere in considerazione il fatto che, in realtà, le portate d'aria esterna sono ridotte poiché, non essendo l'aria trattata termicamente (trattasi di ricambi naturali), la stessa influenza negativamente (soprattutto nella stagione invernale) le condizioni interne di temperatura; ciò induce gli utenti a limitare in parte il ricorso all'apertura delle finestre.

La tabella seguente riassume, in relazione alle zone tipologiche in cui l'immobile è stato suddiviso, le ipotesi effettuate in relazione alle portate d'aria esterna ed agli indici di affollamento:

	INDICE DI AFFOLLAMENTO INDICATO DALLA NORMA UNI 10339 O STIMATO (*)	PORTATE D'ARIA ESTERNA CONSIGLIATE DALLA NORMA UNI 10339 O STIMATO (*)	VENTILAZIONE NATURALE RISULTANTE - N° RICAMBI
U.M.	[Persone / m2]	[l / s per persona]	Vol / h
ZONA			
Aule	0,45	7	3,24
Palestra	0,2	16,5	3,39
Sale insegnanti	0,3	6	1,85

ZONA	PORTATA ARIA ESTERNA O DI ESTRAZIONE INDICATA DA NORMA 10339 O STIMATA (*) - Vol / h
Spazi comuni	0,3*
Servizi	8

Quanto sopra esposto, giustifica la preponderanza dell'aria esterna di rinnovo quale fonte di maggiore dispersione termica. Alla stessa si affiancano:

- Strutture di tamponamento orizzontali e verticali (murature in tufo, solai latero-cementizi non isolati e pavimenti su terreno non isolati
- Infissi con scarse capacità di coibenza termica

Minore, data la tipologia realizzativa, appare l'influenza dei ponti termici.

5. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI RISPARMIO ENERGETICO IN FUNZIONE DELLE POSSIBILI SOLUZIONI DI CARATTERE STRUTTURALE / IMPIANTISTICO

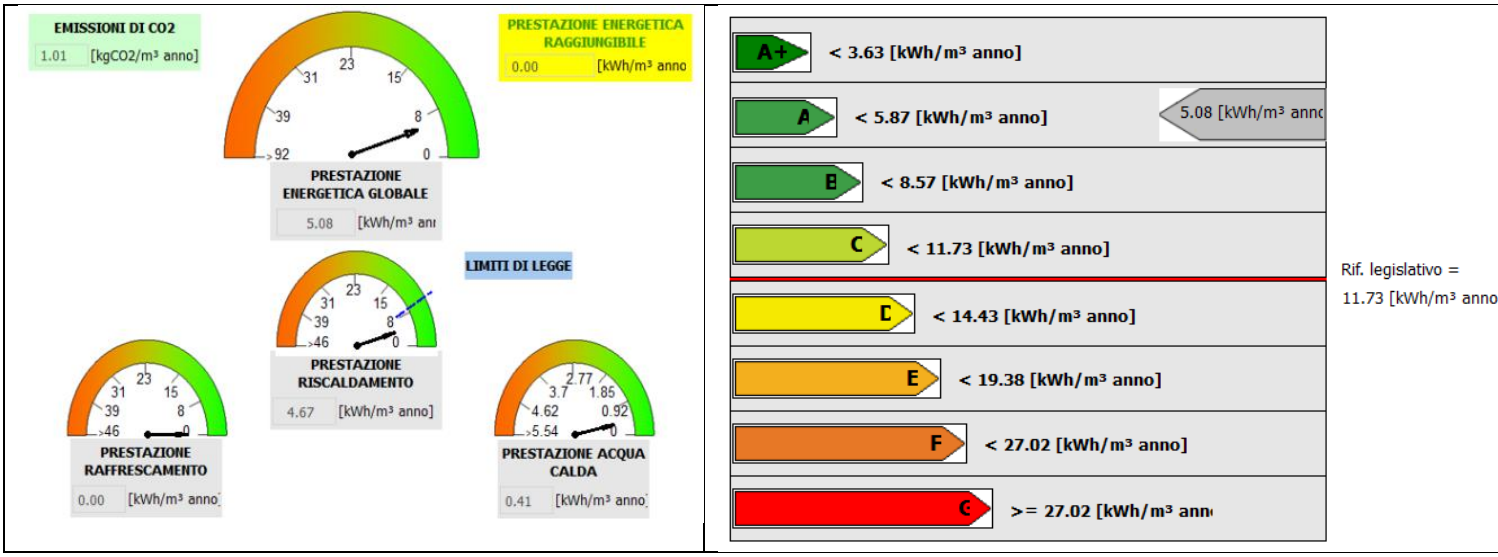
Le soluzioni individuate per l'efficientamento dell'edificio possono classificarsi sostanzialmente come:
Soluzioni di carattere strutturale:

- Miglioramento dell'isolamento delle strutture perimetrali verticali
- Sostituzione degli infissi

Soluzioni di carattere Impiantistico:

- Sostituzione del generatore a gasolio esistente con nuovo del tipo a pompa di calore
- Installazione di sistema di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore

E' stata effettuata una stima previsionale delle prestazioni energetiche globali raggiungibili sulla base della presente proposta progettuale, articolata in due aree di intervento: la prima, relativa alle soluzioni di carattere strutturale (involucro edilizio), la seconda relativa all'implementazione dei nuovi sistemi impiantistici proposti.
La prestazione energetica conseguente stimata è rappresentabile graficamente come di seguito:



Come si evidenzia, gli interventi previsti consentono un netto miglioramento della classificazione energetica dell'edificio, che passa dalla attuale classificazione "E" alla futura classificazione "A"
In effetti, il fabbisogno energetico stagionale normalizzato nello stato post operam nello stato post operam è stimato in 4,5 kWh/mc anno.

6. DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI INVESTIMENTI

6.1. SOSTITUZIONE DEL GENERATORE ESISTENTE CON NUOVO DEL TIPO A POMPA DI CALORE, ED OPERE COMPLEMENTARI.

Attualmente l'edificio è servito da un generatore del tipo a basamento in acciaio, pressurizzato, alimentato a gasolio, per l'alimentazione di n. 5 circuiti di terminali in varie zone dell'edifico, tutti del tipo radiatori in ghisa. Si prevede di sostituire il generatore in questione con nuovo del tipo a pompa di calore, del tipo aria acqua, anche in considerazione del fatto che il D. Lgs. n. 28/2011, in ottemperanza alla Direttiva 2009/28/CE, ha incluso tra le fonti di energia rinnovabili l'aria esterna, le acque di superficie (fiumi, laghi, mare) e il sottosuolo (terreno, rocce e acque di falda). Poiché che le fonti citate sono sfruttabili solo attraverso l'impiego delle pompe di calore, questo intervento legislativo rilancia decisamente la pompa di calore quale ausilio all'impiego di fonti rinnovabili per il soddisfacimento delle richieste energetiche degli edifici. Le pompe di calore, in presenza di determinati requisiti di rendimento, sono dunque annoverabili tra i generatori che sfruttano fonti rinnovabili di energia. Essenzialmente realizzati nelle tipologie ad aria, ad acqua, e geotermico, dette macchine sono in grado di "elevare", rendendolo sfruttabile, in calore naturalmente disponibile in ciascuna delle tre sorgenti elencate, grazie all'apporto di una certa quantità di energia esterna. Questo processo avviene con rendimenti variabili in funzione delle temperature in gioco. In particolare, nel funzionamento invernale, i rendimenti delle pompe di calore aumentano con l'aumentare delle temperature del fluido sorgente e col diminuire delle temperature del fluido vettore. La letteratura tecnica riconosce ai sistemi ad acqua o geotermici vantaggi in termini di rendimento rispetto ai sistemi ad aria. Tuttavia quest'ultima tipologia è stata scelta nel presente ambito progettuale per i seguenti motivi, che si ritengono, nella fattispecie premianti:

- Le condizioni climatiche tipiche della zona di installazione del generatore consentono allo stesso di operare con temperature invernali medie dell'aria particolarmente miti (circa 10 °C), con rendimenti superiori a quelli nominali (riferiti alle condizioni di 7°C).
- Il generatore è chiamato ad operare negli orari di svolgimento dell'attività scolastica, che tipicamente sono quelli diurni. In tal modo si ha un ulteriore innalzamento delle temperature medie dell'aria alle quali opera la macchina, poiché le stesse non possono essere valutate in considerazione degli andamenti notturni.
- Le pompe di calore aria – acqua sono macchine particolarmente compatte: ciò rende relativamente semplici le procedure per l'installazione, soprattutto in presenza di coperture piane tipiche dell'edificio in oggetto come della maggior parte degli immobili della zona.
- Sono disponibili sul mercato pompe di calore con compressori a trascinamento elettrico, con controllo ad inverter della velocità di rotazione, in grado di conseguire elevati rendimenti anche in caso di parzializzazione della potenza resa. Le stesse macchine possono essere dotate di sistemi per la regolazione continua della temperatura in mandata del fluido vettore, pilotata ad esempio, da sonda climatica.

Infine si evidenzia come per la macchina da impiegarsi sia stata individuata un potenza assai inferiore rispetto a quella dei generatori attualmente in servizio, molto più vicina alle reali esigenze dell'immobile.
Opportune, e complementari all'istallazione di generatore a pompa di calore risultano le seguenti opere:

6.2. INSTALLAZIONE DI SISTEMI AUTOMATICI PER LA REGOLAZIONE DELLA TEMPERATURA NEI SINGOLI AMBIENTI E PER LA REGOLAZIONE DELLA TEMPERATURA DEL FLUIDO VETTORE IN MANDATA ALL'IMPIANTO SULLA BASE DI CURVA CLIMATICA.

Le differenti esposizioni degli ambienti comportano situazioni di carico termico estivo ed invernale assai differenti (basti pensare alla differenza di apporto solare tra un ambiente con finestre esposte a nord ed uno con aperture vetrate a sud duranti gli orari antimeridiani tipici delle attività scolastiche); gli stessi carichi termici degli ambienti sono influenzati, inoltre, dagli affollamenti e dalle attività in essi svolte: non sono infrequenti, in ambito scolastico, situazioni di aule temporaneamente inutilizzate ed altre con particolare affollamento. L'installazione di sistemi automatici per la regolazione della temperatura nei singoli ambienti, con l'impiego di termostati dedicati con azione sulle portate nei terminali in ambiente, consente di limitare a quanto effettivamente necessario l'apporto di calore nei singoli vani, in modo indipendente, con conseguente parzializzazione delle prestazioni del generatore.
Inoltre, si è previsto, in seno al generatore (vedi punti successivi) un sistema per la regolazione della temperatura del fluido vettore in mandata all'impianto sulla base di curva climatica, in modo da consentire allo stesso generatore di operare con le minime temperature in mandata, e, quindi con i massimi rendimenti).
I vantaggi ottenibili con l'introduzione di queste soluzioni sono perciò così riassumibili:

- Indipendenza della regolazione di temperatura nei singoli ambienti.
- Parzializzazione della potenza dei generatori, regolata in relazione all'effettivo fabbisogno istantaneo dell'edificio.
- Possibilità di escludere la climatizzazione per ambienti non utilizzati
- Massimizzazione del rendimento del generatore, che opera con set - point di temperatura variabile

6.3. INSTALLAZIONE DI IMPIANTO PER IL TRATTAMENTO E LA DISTRIBUZIONE DELL'ARIA PRIMARIA NEGLI AMBIENTI.

Le valutazioni sullo stato energetico attuale dell'immobile hanno evidenziato la notevole influenza delle portate d'aria esterna sulla prestazione energetica complessiva. Come già illustrato, peraltro, l'aria di rinnovo è essenziale per contrastare il tasso di CO2 in ambiente e favorire il corretto svolgimento delle attività scolastiche, e questo induce gli utenti ad un frequente ricorso all'apertura delle finestre. Queste osservazioni hanno determinato la proposta progettuale di realizzazione di un impianto di ventilazione forzata, in grado comunque di controllare il dispendio energetico indotto dai carichi per il trattamento dell'ara primaria, e di assicurare le corrette condizioni di qualità dell'aria interna, scongiurando il ricorso alla frequente apertura delle finestre. Inoltre, detto impianto potrà essere utilizzato per il controllo del tasso di umidità relativa interna nel periodo estivo, permettendo, dunque, l'impiego del anche per il raffrescamento durante la stagione calda. L'aspetto dell'utilizzo estivo dell'impianto è stato tenuto in particolare considerazione, in quanto, oggi, le attività extra-didattiche rivestono un ruolo di notevole influenza in relazione al periodo di utilizzo degli immobili scolastici, prolungando lo stesso per buona parte della stagione estiva.
Per ottenere gli effetti desiderati in termini di efficienza energetica e qualità dell'aria interna, l'impianto di ventilazione primaria forzata avrà le seguenti peculiarità:

- Impiego di ventilatori inverter (plug – fan) per la regolazione continua della portata d'aria complessivamente trattata.
- Impiego di sistema di recupero del calore attraverso recuperatori statici aria – aria.

- Impiego di sistema filtrante ad alta efficienza, del tipo elettrostatico, a garanzia del grado di sanificazione dell'aria immessa.

6.4. SOSTITUZIONE DEGLI INFISSI ESTERNI.

Ad eccezione di alcuni ubicati sulle facciate a sud, l'edificio presenta infissi con struttura in alluminio e vetro camera non di sicurezza; detti infissi, di diversa misura e forma, sono ormai datati ed obsoleti per tecnica realizzativa; L'intervento previsto consiste nella sostituzione degli stessi con nuovi, dotati di profili prestazionali dal punto di vista termico, e di cristalli di sicurezza secondo la UNI 7697:2007: vetri interni per asili, scuole di ogni ordine e grado, ospedali, centri ricreativi, palestre, palazzi dello sport, cinema, supermercati, compresi i vetri per serramenti interni. Dunque, i vetri previsti sono di classe 2 B 2 secondo la UNI EN 12600, resistenti ad urti dovuti all'impatto di persone evitando, in tal modo, il rischio di "danni a persone o cose, quando la rottura del vetro possa causare ferite a persone, animali o danni a cose." (prospetto 1 – UNI 7697:2007).
I nuovi cristalli, certificati 2 B 2, saranno inoltre del tipo con vetro camera con argon, 3+3-12-3+3 basso emissivi.

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base delle considerazioni sopra riportate, l'abbattimento della spesa per il riscaldamento invernale previsto in seguito all'attuazione del progetto di efficientamento è pari a circa il 70 %.
Tuttavia, in termini assoluti, lo stesso non è sufficiente a garantire il ritorno dell'investimento entro tempi ragionevoli in termini economici. Ciò è imputabile certamente al ridotto fabbisogno energetico di partenza, che pur in presenza di strutture ed impianti "energivori", è favorito da stagioni invernali particolarmente brevi e miti, da un utilizzo esclusivamente diurno e dal non utilizzo per la stagione estiva.
Ma, a giudizio dello scrivente, il beneficio derivante dall'attuazioni di interventi di efficientamento energetico e riduzione dell'impatto ambientale di edifici pubblici, ed in particolare di scuole, non può essere valutato in meri termini economici, ma inquadrato nell'ambito anche del miglioramento netto della qualità delle condizioni microclimatiche ed ambientali interne, ed anche e soprattutto in relazione al contributo della creazione e diffusione di cultura in materia ambientale e del risparmio energetico

8. QUADRO ECONOMICO

QUADRO ECONOMICO

A	**LAVORI A BASE D'ASTA**	
A1	LAVORI	€ 297.000,00
A2	Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso	€ 14.000,00
	IMPORTO TOTALE	**€ 311.000,00**
B	**SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE**	
B1	Spese per pubblicità di gara	€ 500,00
B2	Spese tecniche generali	€ 26.000,00
B3	CNPAIA 4%	€ 1.040,00
B4	IVA 22% su lavori (A1 + A2)	€ 68.420,00
B5	IVA 22% su B1, B2, B3	€ 6.058,80
B6	Incentivo ex art. 92 D.LGS 163/2006	€ 4.500,00
B7	Spese per Stazione unica appaltante	€ 1.866,00
B8	Imprevisti (< 7% di A1)	€ 615,20
	IN UNO	**€ 109.000,00**
	IMPORTO TOTALE PROGETTO	**€ 420.000,00**