COMUNE DI PONCARALE

DIAGNOSI ENERGETICA

Scuola Elementare

via Roma 5
Poncarale (BS)

Novembre **2013**

GRUPPO DI LAVORO

Supporto del Comune di Poncarale

Migliorati Giuseppe _ Sindaco
Bianchini Umberto _ Assessore all'Urbanistica, Edilizia Privata e Lavori Pubblici
Tiziana Quaresmini _ Referente tecnico
Alessandro Savoldi_Collaboratore

Estensori

Referente Diagnosi Energetica
ing. Isaac Scaramella

Supporto tecnico
ing. Alessandro Fracassi
ing. Alberto Massetti

Coordinamento operativo

Ecometrics srl

TERRARIA srl

SOMMARIO

1. PREMESSA 4
2. INQUADRAMENTO NORMATIVO 4
3. INQUADRAMENTO CLIMATICO E TERRITORIALE 5
4. DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO 7
Localizzazione e geometria 7
Involucro 7
Impianto 8
5. ANALISI STATO DI FATTO 8
Metodo di calcolo 8
Analisi dei consumi reali 9
6. RACCOMANDAZIONI PER IL MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA 11
Azioni possibili 11
Azioni già intraprese dall'A.C. 13
Scenari 13
7. DOCUMENTO DI SINTESI 14
Programma di attuazione 14
Piano di misure e verifiche 14
8. CONCLUSIONI 15
ALLEGATI 16

1. PREMESSA

La presente diagnosi energetica è stata realizzata nel contesto della stesura dei PAES (Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile) del Comune di Poncarale, in aggregazione con Azzano Mella, Capriano del Colle e Castel Mella.
Nel Comune di Poncarale sono state realizzate le diagnosi energetiche dei seguenti edifici pubblici:

- scuola elementare di via Roma n° 5;
- scuola media di via Roma n° 15;
- scuola materna di via I° maggio 1/C;
- palestra polivalente di via Roma n° 17.

Gli edifici da sottoporre a diagnosi sono stati individuati dall'Amministrazione Comunale in collaborazione con i tecnici incaricati in funzione del loro consumo energetico, delle effettive possibilità di intervento e dell'interesse dell'AC.

La diagnosi energetica è definita dalla norma UNI CEI/TR 11428 come una "*procedura sistematica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico* [1]*di un edificio o gruppo di edifici di una attività (o impianto) industriale o di servizi pubblici o privati e ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi/benefici.*"

Obiettivi della diagnosi energetica sono:

- il miglioramento dell'efficienza energetica;
- la riduzione dei costi per gli approvvigionamenti energetici;
- il miglioramento della sostenibilità ambientale nella scelta e nell'utilizzo di tali fonti;
- l'eventuale riqualificazione del sistema energetico.

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il presente audit è stato redatto secondo i requisiti previsti della norma UNI CEI/TR 11428 "Diagnosi energetiche – Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica" dell'ottobre 2011.

Le normativa di riferimento per le performance energetiche degli edifici sono:

- Direttive comunitarie: 2002/91/CE; 2010/31/UE; 2012/27/UE;
- Leggi nazionali: D.Lgs 192/05; D.Lgs 311/06; D.P.R. 59/09; D.M. 26/06/09; D.Lgs 28/11; D.L. 04/06/2013;
- Leggi Regionali: DGR VIII/8745; Decreto 7538/09; DDG 5796 giugno 2009, Decreto 8420/09; DDG 14006/09;

[1] per profilo di consumo energetico si intende il consumo reale

3. INQUADRAMENTO CLIMATICO E TERRITORIALE

L'edificio oggetto di studio si trova nel territorio di Poncarale, Comune di circa 5'300 abitanti (dati ISTAT al 2010) situato 11 km circa a sud-ovest di Brescia e con una superficie territoriale pari a 12,63 km^2 (figura 1).

Figura 1 inquadramento territoriale

I dati climatici di riferimento per il Comune sono riportati in tabella 1 (*fonte: norma UNI 10349*)

DATI CLIMATICI – COMUNE DI PONCARALE (BS)	
Gradi Giorno	2410
Zona Climatica	E
Latitudine	45° 27'
Longitudine	10° 10'
Altitudine s.l.m.	100 m
Temperatura di progetto	-6,7 °C
Temperatura media annuale	13,7 °C
Temperatura media stagione di riscaldamento	7,0 °C
Durata stagione di riscaldamento	183 giorni
Irradianza media del mese di massima insolazione	282 W/m^2

Tabella 1 dati climatici località

La stazione meteo più prossima, tra quelle con dati registrati da ARPA Lombardia, è Brescia – Via Ziziola. In base ai dati meteo sono stati calcolati i Gradi Giorno reali degli ultimi quattro anni (figura 2). Dall'elaborazione grafica si nota che gli ultimi inverni sono stati più miti rispetto al dato previsionale con una media di 2380 GG rispetto ai 2410 GG da normativa per Poncarale e Brescia.

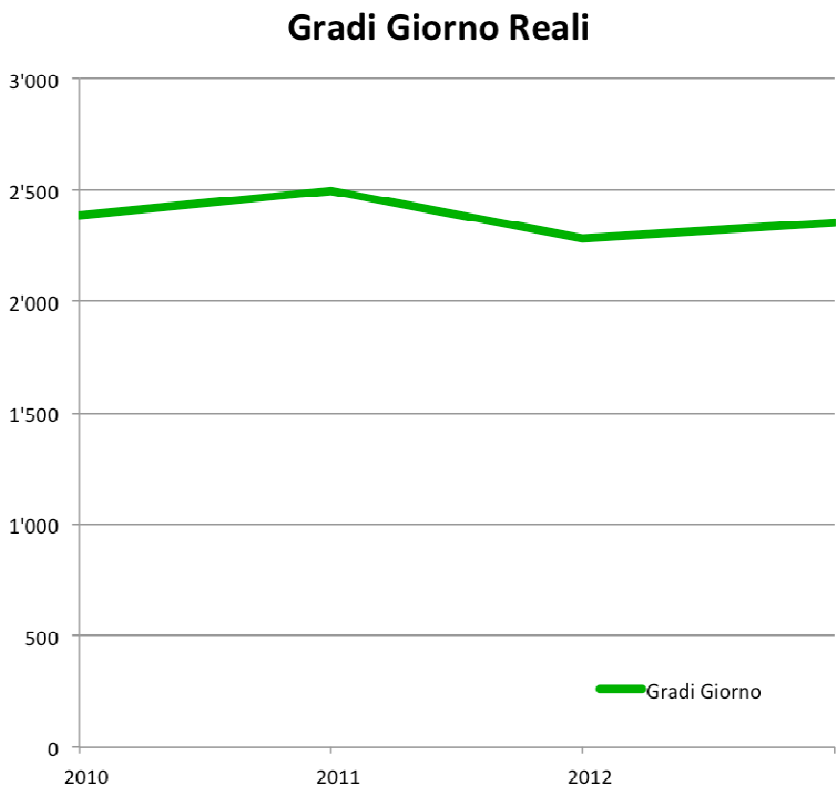

Figura 2 Gradi Giorno reali calcolati in base alla stazione meteo di Brescia via Ziziola (dati ARPA Lombardia, nostra elaborazione)

4. DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

Localizzazione e geometria

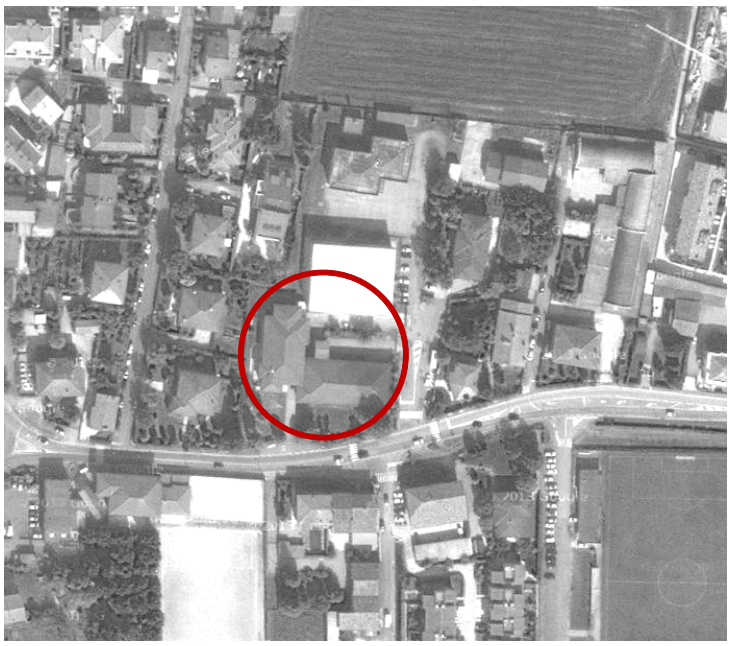

Figura 3 localizzazione dell'edificio

L'edificio, adibito a scuola elementare, sorge in Via Roma n.5, all'interno dell'abitato di Poncarale.
La scuola è inserita in un polo scolastico composto da scuola elementare, media e palestra, avente un unico impianto termico centralizzato.
L'edificio in oggetto ha una pianta ad "L" costituita da due corpi, l'uno disposto con asse nord-sud e l'altro con asse est-ovest. L'edificio si sviluppa per due piani fuori terra più una porzione seminterrata.
La parte più a nord è parzialmente edificata in aderenza agli spogliatoi della vicina palestra.
Complessivamente la superficie utile riscaldata è di circa 1137 m^2 per un volume lordo climatizzato di circa 4108 m^3.
Il rapporto di forma S/V è pari a 0.65 e l'altezza media interna è di 3.06 m. La scuola è stata costruita nel 1971.

Involucro

Il fabbricato ha struttura portante mista in laterizio e calcestruzzo armato. I tamponamenti opachi verticali sono in laterizio dello spessore di circa 40 cm, pertanto è ipotizzabile, dato lo spessore delle pareti e l'epoca della costruzione, la presenza di una piccola intercapedine d'aria non isolata. La porzione di edificio interrata e seminterrata ha pareti in calcestruzzo armato. Il primo orizzontamento del corpo sviluppato lungo l'asse est-ovest è realizzato su un terrapieno mentre l'altro corpo poggia su terreno, data l'epoca di costruzione dell'edificio non è ipotizzata la presenza di isolante. La copertura è realizzata in muricci e tavelloni e poggia su un ultimo solaio in laterocemento, che non risulta essere stato isolato.
I serramenti sono in metallo, non a taglio termico, con vetrocamera. Non è stato possibile reperire certificazioni relative alle caratteristiche degli infissi, ma, dall'analisi visiva e stimata l'epoca di installazione, si ipotizza non siano dotati di pellicole bassoemissive e che l'intercapedine sia riempita con aria. Gli oscuramenti sono costituiti da tapparelle con cassonetto non isolato.
In tabella 2 sono riassunte le principali caratteristiche termiche dei componenti dell'involucro edilizio.

CARATTERISTICHE COMPONENTI INVOLUCRO	
Trasmittanza termica pareti verticali – fuori terra	0.80 W/m^{2}K
Trasmittanza termica pareti verticali – interrato	1.50 W/m^{2}K
Trasmittanza primo solaio	1.20 W/m^{2}K
Trasmittanza ultimo solaio	1.40 W/m^{2}K
Trasmittanza media serramenti	3.30 W/m^{2}K
Trasmittanza cassonetti	6.00 W/m^{2}K

Tabella 2 caratteristiche principali dell'involucro edilizio

Impianto

L'edificio è servito da una centrale termica che fornisce calore anche alla scuola media ed alla palestra adiacente. Il calore è generato da due caldaie a condensazione marca *Hoval* modello *Ultragas 350* della potenza termica nominale di 350 kW. Il fabbisogno di acqua calda sanitaria è soddisfatto da due bollitori elettrici ad accumulo.
Il calore è immesso in ambiente tramite radiatori.
La regolazione delle temperature è di tipo climatico e non sono presenti cronotermostati.
Il ricambio d'aria degli ambienti è di tipo naturale senza l'ausilio di impianti di trattamento aria.
In copertura è stato installato un impianto per la produzione di energia elettrica da fotovoltaico della potenza di 10.35 kWp.

CARATTERISTICHE IMPIANTO	
Generatore di calore riscaldamento	N° 2 caldaie a condensazione
Potenza generatore di calore riscaldamento	2 x 350 kW
Rendimento generatore di calore riscaldamento	107 %
Anno di installazione generatore di calore riscaldamento	2011
Generatore di calore ACS	Bollitore elettrico
Fotovoltaico	10.35 kWp

Tabella 3 caratteristiche principali dell'impianto

5. ANALISI STATO DI FATTO

Metodo di calcolo

Il calcolo degli indici di prestazione per il riscaldamento è stato effettuato tramite un *tool excel* di nostra realizzazione partendo dalla metodologia di calcolo per la Certificazione Energetica della Regione Lombardia (decreto direttore generale "reti e servizi di pubblica utilità e sviluppo sostenibile", 11 giugno 2009 - 5796 - allegato).
Il metodo utilizzato prevede come indicatore di sintesi delle temperature esterne il parametro dei Gradi Giorno della località nella quale è ubicato l'edificio.

Sono considerate nel bilancio energetico:

- le dispersioni per trasmissione attraverso le chiusure orizzontali e verticali sia trasparenti che opache, caratterizzate ciascuna da trasmittanza ed estensione superficiale;
- le dispersioni per ventilazione;
- l'eventuale presenza di sistemi di ventilazione meccanica con recupero calore;
- l'aumento delle dispersioni dovuto alla presenza dei ponti termici;
- gli apporti solari;
- gli apporti interni;
- l'efficienza dei sistemi impiantistici di generazione, distribuzione, emissione e controllo;
- il tipo di combustibile utilizzato.

Il calcolo così effettuato considera un utilizzo continuativo dell'edificio nelle 24 h con una temperatura costante interna di 20° C. Per tener conto sia del reale utilizzo che dell'effettivo andamento delle temperature esterne vengono applicati agli IPE calcolati degli opportuni fattori correttivi.

Analisi dei consumi reali

Nei grafici seguenti sono riportati i consumi reali dell'edificio sia per gli usi termici che per gli usi elettrici.
Per quanto riguarda gli usi termici si definisce l'Indice di Prestazione Energetica Effettivo (IPE_E) come rapporto tra il consumo reale in kWh ed il volume lordo dell'edificio.
I dati di consumo termico reale forniti dall'A.C. sono relativi al consumo dell'intero polo scolastico, pertanto è stato necessario ripartirli tra i vari edifici che lo compongono. In assenza di dati più specifici si è scelta una ripartizione proporzionale ai volumi lordi dei fabbricati.
Si è inoltre reputato utile considerare come valore di consumo la media dei soli anni 2009 e 2011 in quanto nel 2012 si nota una brusca diminuzione dei consumi, imputabile ad un cambio di uso della scuola media.

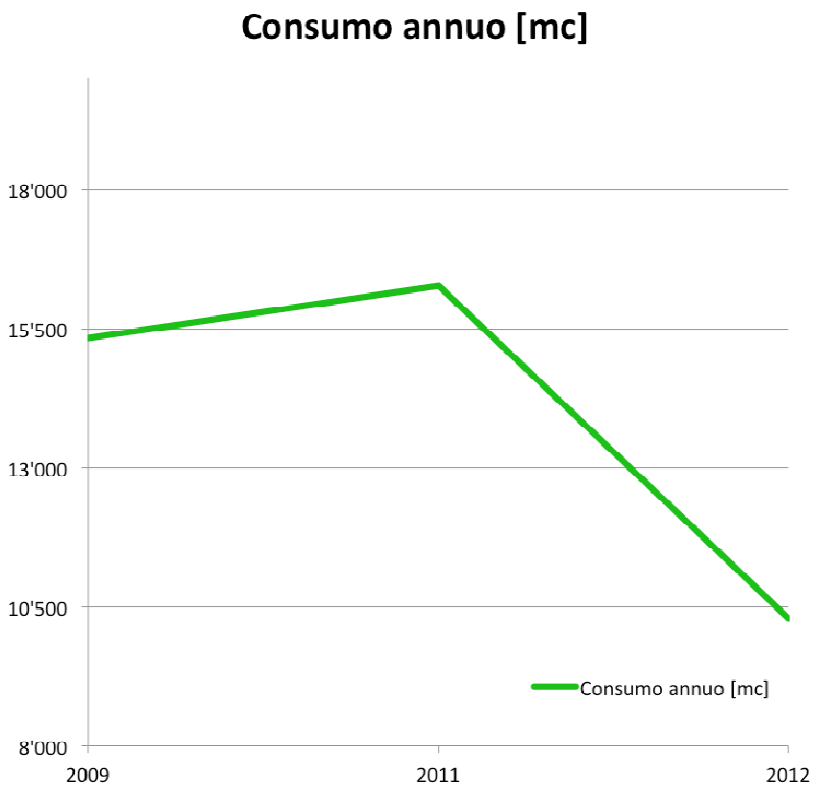

Figura 4 consumo reale gas metano - Fonte: Comune di Poncarale

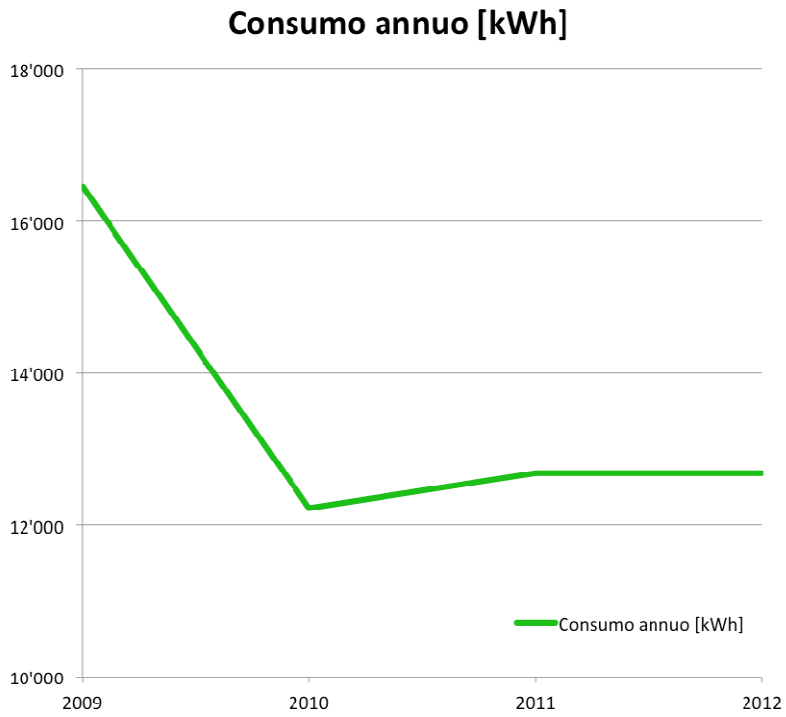

Figura 5 consumo reale energia elettrica - Fonte: Comune di Poncarale

È stato inoltre calcolato, in base alle caratteristiche geometriche e termiche dell'edificio l'Indice di Prestazione Energetica Operativo (IPE_O) come rapporto tra il consumo calcolato in kWh ed il volume lordo dell'edificio. L'IPE_O è stato quindi rimodulato con un opportuno fattore di aggiustamento per tener conto del reale uso dei locali (occupazione non continuativa, temperature di utilizzo, etc.).

Gli indici di prestazione sono quindi:

INDICI DI PRESTAZIONI ENERGETICA – FATTORI DI CORREZIONE	
IPE_E [kWh/m^3.anno]	38.45
IPE_O [kWh/m^3.anno]	39.94
Fattore di correzione [-]	0.75

Tabella 4 indici di prestazione energetica e fattori di correzione

6. RACCOMANDAZIONI PER IL MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA

Azioni possibili

Date le caratteristiche geometriche ed impiantistiche sopra descritte sono state ipotizzate le seguenti azioni per il contenimento dei consumi termici:

- *Coibentazione delle pareti verticali* da realizzarsi con cappotto esterno ove possibile e con controparete interna nelle porzioni che non lo consentono (piano interrato). Nei calcoli si è ipotizzata una trasmittanza post intervento pari a 0.23 W/m^{2}K tale da garantire l'accesso agli incentivi del Conto Energia Termico.
- *Sostituzione dei serramenti* con nuovi infissi ad elevate performance termiche. Nei calcoli si è ipotizzata una trasmittanza post intervento pari a 1.5 W/m^{2}K tale da garantire l'accesso agli incentivi del Conto Energia Termico.
- *Coibentazione dell'ultimo solaio verso ambiente sottotetto* da realizzarsi sull'estradosso dello stesso, ad esempio tramite insufflaggio di fibra di cellulosa o altri materiali simili. Nei calcoli si è ipotizzata una trasmittanza post intervento pari a 0.20 W/m^{2}K tale da garantire l'accesso agli incentivi del Conto Energia Termico.
- *Coibentazione del solaio verso terreno* mediante rimozione del pavimento esistente e rifacimento dello stesso. Questa azione è particolarmente onerosa dal punto di vista economico e pertanto non facilmente percorribile se non in caso di radicale ristrutturazione dell'edificio. Nei calcoli si è ipotizzata una trasmittanza post intervento pari a 0.25 W/m^{2}K tale da garantire l'accesso agli incentivi del Conto Energia Termico.
- *Installazione di un sistema di ventilazione meccanica con recupero calore* ad alta efficienza.
- *Revisione dell'impianto* con miglioramento del sistema di regolazione con installazione di valvole termostatiche e se tecnicamente compatibile di cronotermostati ambiente.

Per ciascuna delle azioni possibili sono stati stimati i costi di intervento ed è stato valutato il risparmio energetico in termini percentuali come riportato nel grafico seguente.

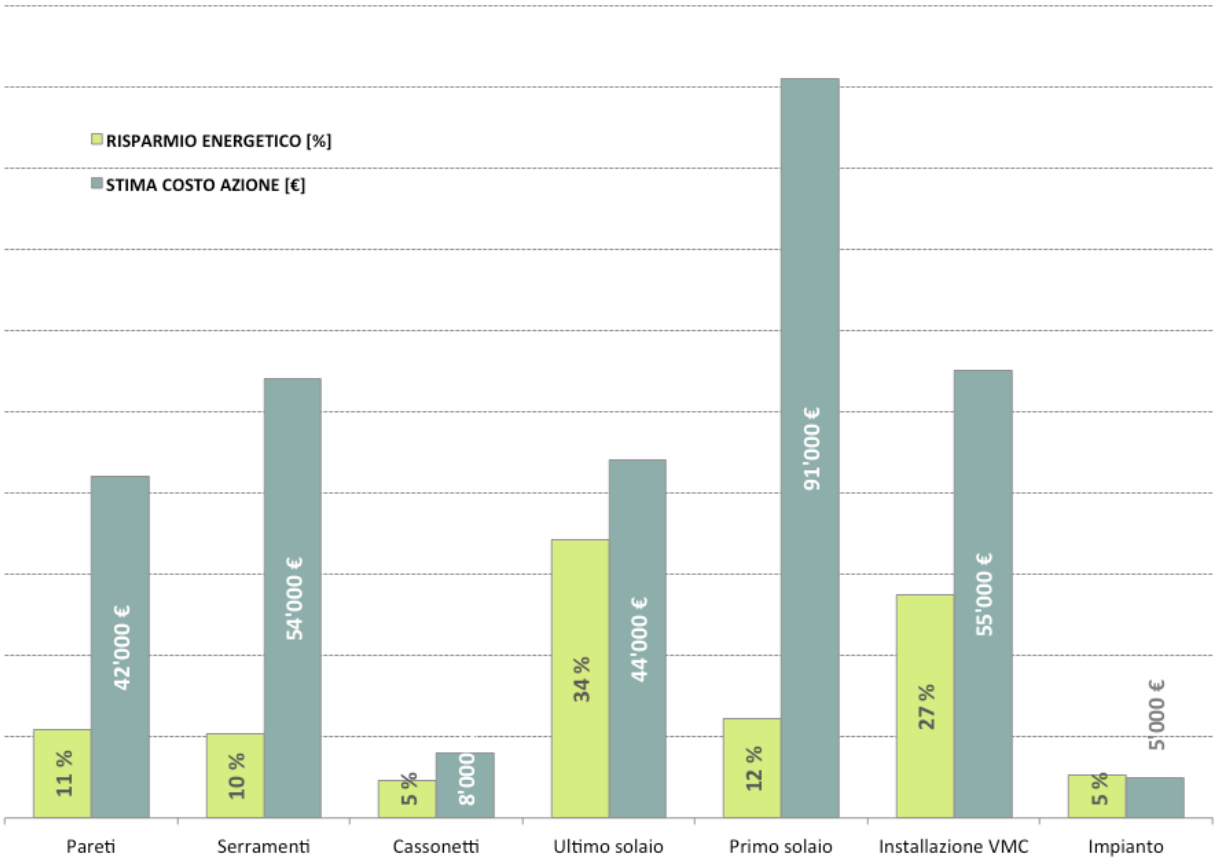

Figura 6 risparmio energetico ottenibile e stima dei costi per ciascuna azione

Per ridurre il consumo di energia elettrica da fonti non rinnovabili è possibile mettere in campo le seguenti azioni:

- *Sostituzione di apparecchiature elettriche con altre a maggiore efficienza*, negli edifici scolastici gran parte degli usi elettrici sono da imputarsi all'illuminazione. Deve quindi essere predisposto un programma di sostituzione delle lampade ad alto consumo per l'illuminazione degli ambienti con lampadine a LED. Una lampadina a LED, ha un consumo ridotto del 90% a parità di lumen rispetto alle lampadine ad incandescenza e del 60% rispetto alle lampadine a risparmio energetico. In occasione della sostituzione delle apparecchiature elettriche (quali computer, stampanti, proiettori, etc.) o per la mensa (come griglie elettriche, lavastoviglie, etc.) andranno scelti quelli con minor consumo energetico. Al fine di pianificare gli interventi di sostituzione è necessario procedere ad un dettagliato censimento dei dispositivi elettrici;

- *Migliorare la gestione dell'illuminazione* tramite sistemi domotici di controllo basati sull'effettiva presenza di persone e sugli usi reali dell'edificio.

Azioni già intraprese dall'A.C.

Sull'edificio oggetto di studio sono già stati effettuati interventi di miglioramento dell'efficienza energetica consistenti nella sostituzione della caldaia con una caldaia a condensazione (anno 2011) e nell'installazione di un impianto fotovoltaico della potenza di 10.35 kWp (anno 2011).

Scenari

Partendo dalle valutazioni esposte nei paragrafi precedenti vengono proposti degli scenari composti da diverse azioni. Nella tabella seguente sono riportati i set di azioni che, valutata la fattibilità tecnica, la sostenibilità economica e le necessità di manutenzione si prefigurano come i più percorribili.
Tra gli scenari percorribili viene individuato quello considerato "prioritario" dal punto di vista tecnico ed economico, ovvero che garantisce tempi di ritorno dell'investimento più brevi.

SCENARIO	SCENARIO 1			SCENARIO 2			SCENARIO 3		
INTERVENTO	**Risparmio [%]**		**Costo**	**Risparmio [%]**		**Costo**	**Risparmio [%]**		**Costo**
Pareti	☐	0 %	€ -	☑	11 %	€ 42'000	☐	0 %	€ -
Finestre	☐	0 %	€ -	☐	0 %	€ -	☑	10 %	€ 54'000
Cassonetti	☐	0 %	€ -	☐	0 %	€ -	☑	5 %	€ 8'000
Tetto	☑	34 %	€ 44'000	☑	34 %	€ 44'000	☐	0 %	€ -
Primo solaio	☐	0 %	€ -	☐	0 %	€ -	☐	0 %	€ -
Installazione VMC	☐	0 %	€ -	☐	0 %	€ -	☑	27 %	€ 55'000
Minori apporti solari		0 %	€ -		0 %	€ -		-4 %	€ -
Impianto	☑	5 %	€ 5'000	☑	5 %	€ 5'000	☑	5 %	€ 5'000
TOTALE		40 %	€ 49'000		50 %	€ 91'000		44 %	€ 122'000
STIMA CONSUMI POST [kWh]	95'501 kWh			78'252 kWh			88'178 kWh		
STIMA RISPARMIO [€]	**5'808 €**			**7'412 €**			**6'489 €**		
TEMPO DI RITORNO [anni]	**5-15**			**5-15**			**>15**		

Tabella 5 Quadro di sintesi scenari

Nella tabella vengono riportati, per ciascuno scenario le percentuali di riduzione dei consumi termici, il relativo risparmio economico, una stima dei costi d'intervento e dei tempi di ritorno. È inoltre evidenziato in rosso lo "scenario prioritario" che porta ad una riduzione del 50% dei consumi termici.

Nella successiva figura vengono confrontati gli scenari evidenziando il risparmio energetico ottenibile e la stima dei costi di intervento.

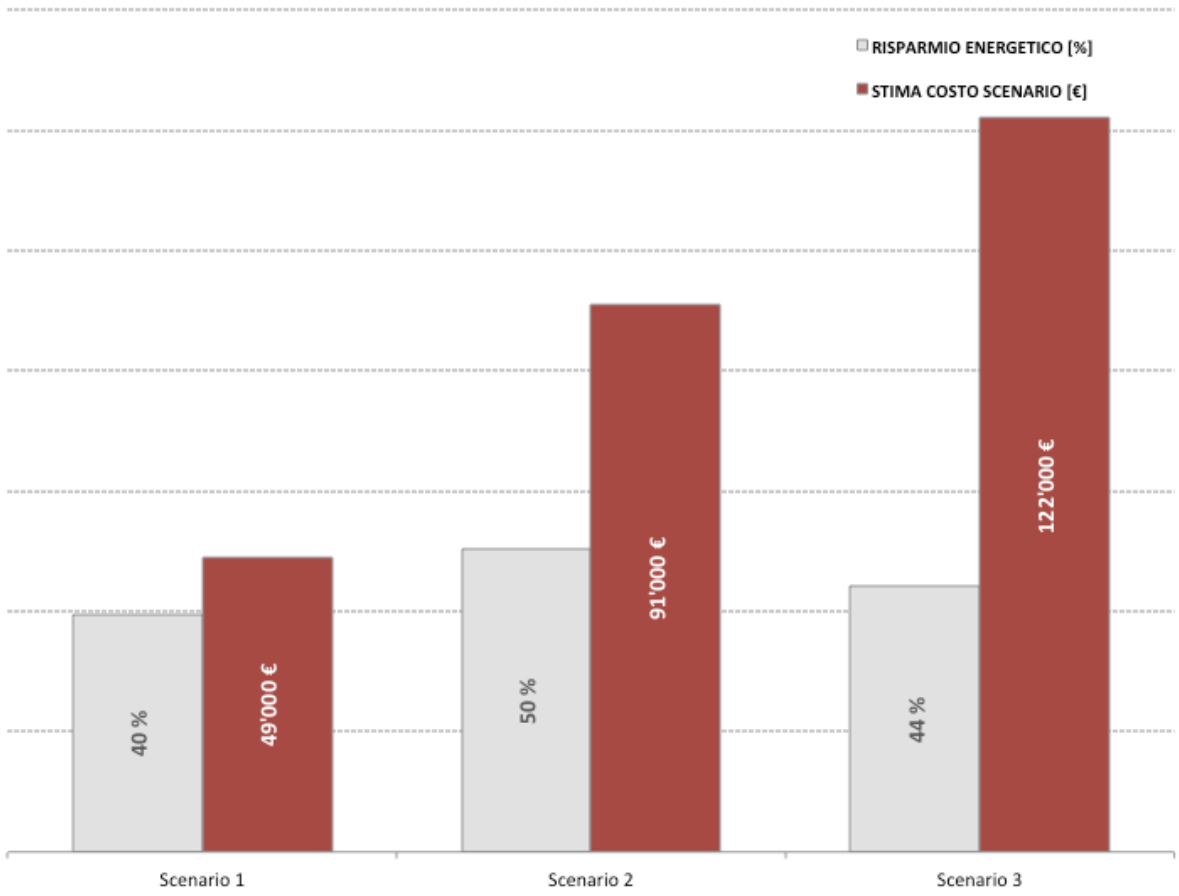

Figura 7 Risparmio energetico e stima dei costi per i diversi scenari

7. DOCUMENTO DI SINTESI

Programma di attuazione

Ai fini del raggiungimento dell'obiettivo di riduzione dei consumi fissato è necessario procedere alla:

- Definizione della strategia d'intervento;
- monitoraggio pre-intervento del reale uso e gestione calore dell'edificio;
- Progettazione di dettaglio (materiali, stratigrafie, fasi di cantiere, etc.);
- Preventivazione dell'effettivo costo dei lavori;
- Esecuzione delle opere;
- Monitoraggio, con particolare attenzione alla contabilizzazione separata dei consumi termici dei vari edifici che costituiscono il polo scolastico.

Piano di misure e verifiche

A valle dell'implementazione degli interventi sarà necessario procedere al monitoraggio dei reali consumi al fine di verificare il raggiungimento dell'obiettivo fissato. Di fondamentale importanza sia in fase di progetto che di successiva verifica dei risultati ottenuti è la contabilizzazione separata dei consumi termici degli edifici asserviti dall'impianto centralizzato.

8. CONCLUSIONI

Dalle analisi e dai calcoli effettuati sulla base dei dati forniti dal Comune di Poncarale l'edificio presenta un fabbisogno energetico che può essere ridotto attraverso una serie di azioni mirate al miglioramento delle prestazioni termiche del sistema edificio-impianto.
Dalle valutazioni emerse sotto il profilo costi-benefici è possibile raggiungere una riduzione del 50% dei consumi termici.
La scelta degli interventi da realizzare può essere determinata non solo valutando attentamente le esigenze di manutenzione dell'edificio ma anche in funzione della presenza di incentivi o bandi specifici per la riqualificazione energetica di edifici.

ALLEGATI

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

ESTRATTO TOOL EXCEL

DATI GENERALI E CLIMATICI		
Temperatura interna	20	°C
Gradi Giorno	2410	GG
Nazione	Italia	
Comune	**Poncarale**	
Indirizzo	Via Roma	
N° unità immobiliari	1	
Consumo reale	157954	kWh/anno
Costo energia	0.093	€/kWh

GEOMETRIA E CARETTERISTICHE TERMICHE	
Superficie utile [m^2]	1136.56
Volume [m^3]	4108.20
Superficie disperdente [m^2]	2652.52
Ricambi d'aria pre [vol/h]	1.0
Ricambi d'aria post [vol/h]	1.0
Altezza media interna [m]	3.06
Rapporto S/V [m^2/m^3]	0.65

U - pre		
0	0.8	0
0.8	**PARETI**	0.8
0	0.8	0

U - post		
0.23	0.23	0.23
0.23	**PARETI**	0.23
0.23	0.23	0.23

U - pre		
0	3.3	0
3.3	**SERRAMENTI**	3.3
0	3.3	0

U - post		
1.5	1.5	1.5
1.5	**SERRAMENTI**	1.5
1.5	1.5	1.5

pareti verso ambienti non riscaldati	0	0.23
pareti terreno	0	0
serramenti tetto	3.3	0
primo solaio	1.20	0.25
copertura	1.40	0.2
cassonetti	6	1

Ponti termici pre intervento	Parete omogenea non isolata	0.05
Ponti termici post intervento	Cappotto esterno, ponti termici NON risolti	0.15

INVOLUCRO

			Pre	Post
ELEMENTO	Area [m^2]	Coefficiente	Energia [kWh]	Energia [kWh]
Pareti Nord	171.24	1.20	6'908	2'175
Pareti Est	152.75	1.10	6'435	2'026
Pareti Sud	185.09	1.00	6'533	2'057
Pareti Ovest	187.17	1.10	7'767	2'446
Pareti Nord Est	0.00	1.15	0	0
Pareti Nord Ovest	0.00	1.15	0	0
Pareti Sud Est	0.00	1.05	0	0
Pareti Sud Ovest	0.00	1.05	0	0
Verso terreno	0.00	0.45	0	0
Verso ambienti non risc	0.00	0.60	0	0
Primo solaio	865.41	0.45	27'030	5'631
Cassonetti nord	9.40	1.20	3'915	652
Cassonetti est	3.12	1.10	1'191	199
Cassonetti sud	7.68	1.00	2'665	444
Cassonetti ovest	5.16	1.10	1'970	328
Cassonetti Nord Est	0.00	1.15	0	0
Cassonetti Nord Ovest	0.00	1.15	0	0
Cassonetti Sud Est	0.00	1.05	0	0
Cassonetti Sud Ovest	0.00	1.05	0	0
Serramenti nord	43.35	1.20	9'929	4'513
Serramenti est	29.23	1.10	6'137	2'790
Serramenti sud	42.95	1.00	8'198	3'726
Serramenti ovest	36.68	1.10	7'701	3'501
Serramenti Nord Est	0.00	1.15	0	0
Serramenti Nord Ovest	0.00	1.15	0	0
Serramenti Sud Est	0.00	1.05	0	0
Serramenti Sud Ovest	0.00	1.05	0	0
Serramenti a tetto	1.28	1.00	244	0
Copertura	1090.86	0.80	70'584	10'083
INVOLUCRO [m^2]	2652.52		167'207	40'572

APPORTI GRATUITI

Apporti interni 19967 [kWh/y]

Apporti solari	Area [m^2]	kWh/m^2.a	Coefficiente	**Pre [kWh/y]**	**Post [kWh/y]**
Serramenti nord	43.35	119	0.88	3'722	2'724
Serramenti est	29.23	287	0.74	5'090	3'725
Serramenti sud	42.95	510	0.77	13'831	10'120
Serramenti ovest	36.68	287	0.74	6'388	4'674
Serramenti Nord Est	0.00	152	0.81	0	0
Serramenti Nord Ovest	0.00	152	0.81	0	0
Serramenti Sud Est	0.00	430	0.75	0	0
Serramenti Sud Ovest	0.00	430	0.75	0	0
Serramenti copertura	1.28	368	0.77	297	218
				29'329	21'460

DISPERSIONI PER COMPONENTE ED ENERGIA FINALE			
	Pre [kWh]	**Post [kWh]**	**Risparmio [kWh]**
Pareti	27'643	8'704	**18'939**
Serramenti	32'210	14'530	**17'680**
Cassonetti	9'741	1'623	**8'117**
Copertura	70'584	10'083	**60'500**
Primo solaio	27'030	5'631	**21'399**
Dispersioni attraverso involucro	167'207	40'572	**126'635**
Apporti inerni	-19'967	-19'967	
Apporti solari	-29'329	-21'460	**-7'869**
Fabbisogno involucro	117'911	-855	118'766

Perdite per ventilazione	60'348	60'348	**0**
Fabbisogno totale	**178'259**	**59'493**	**118'766**
Fabbisogno specifico involucro [kWh/m2 y]	103.74	-0.75	**104.50**
Dispersioni specifiche per ventilazione [kWh/m2 y]	53.10	53.10	**0.00**
FABBISOGNO TOTALE	**156.84**	**52.34**	**104.50**

VENTILAZIONE MECCANICA CON RECUPERO CALORE			
	Pre	**Post**	**Risparmio**
Fabbisogno specifico involucro [kWh/m2 y]	103.74	-0.75	104
Fabbisogno specifico ventilazione [kWh/m2 y]	53.10	53.10	0
Rendimento recuperatore di calore [%]	0	80	
Fabbisogno specifico ventilazione con recupero [kWh/m2 y]	53	11	42
Fabbisogno di energia finale [kWh/m2 y]	**156.84**	**9.87**	**147**

IMPIANTO		
	Pre	**Post**
Generazione	1.07	1.07
Distribuzione	0.89	0.89
Emissione	0.92	0.92
Controllo	0.93	0.99

Rendimento impianto	0.81	0.87

Fonte di energia	Combustibili fossili	Combustibili fossili
Fattore di conversione ad energia primaria	1	1