

COOPROGETTI

AZIENDA CON SISTEMA QUALITÀ CERTIFICATO
NORMA UNI-EN-ISO 9001:2008
CERT. SGS ITALIA s.r.l. N°IT03/0043

localizzazione

**REGIONE VENETO
PROVINCIA DI TREVISO
COMUNE DI BREDA DI PIAVE**

tavola

D.02

committente

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI BREDA DI PIAVE

lavoro

OPERE DI ADEGUAMENTO SISMICO E ENERGETICO DELLA SCUOLA PRIMARIA DI SALETTO DI BREDA DI PIAVE - CIG: Z3523230A0

FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

oggetto

scala

DIAGNOSI ENERGETICA

S.c.r.l.	responsabile di progetto	gruppo di progettazione	ambito progettuale		
- ingegneria urbanistica	PROGETTAZIONE GENERALE E COORDINAMENTO	PROGETTO ARCHITETTONICO	PROGETTO IMPIANTISTICO		
- ambiente	ing. Matteo Bordugo	PROGETTO STRUTTURALE	ing. Maurizio Casoni		
- architettura		ing. Tiberio Altinier			
- ricerca		PROGETTO IMPIANTISTICO			
		ing. Maurizio Casoni			
Sede		SICUREZZA			
Via Montereale n. 10/C 33170 Pordenone		arch. Pier Nicola Carnier			
Telefono 0434-21085	collaborazione e aspetti specialistici				
Telefax 0434-520336					
E-mail info@coprogetti.it					
C.C.I.A. PN 19501 P.IVA 00170010938	data progetto Agosto 2018	rev.	data	motivo	riferimenti
					redatto ALT
					controll. FLC
					archivio 1838P DR02 R0.doc



REGIONE VENETO
PROVINCIA DI TREVISO
COMUNE DI BREDA DI PIAVE

**OPERE DI ADEGUAMENTO SISMICO ED EFFICIENTAMENTO
ENERGETICO DELLA SCUOLA PRIMARIA "EROI DEL PIAVE" DI
SALETTA DI BREDA DI PIAVE**

CIG. Z3523230A0

DIAGNOSI ENERGETICA

INDICE

1	PREMESSA	2
2	METODOLOGIA DIAGNOSI ENERGETICA	3
3	CONCLUSIONI	16

1 PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Breda di Piave ha manifestato interesse per eseguire opere di efficientamento energetico sui corpi originari della Scuola primaria "Eroi del Piave" con annessa palestra, commissionando allo studio Cooprogetti s.c.r.l. di Pordenone, ai sensi del D.Lgs 50/2016 e s.m.i., il presente progetto di fattibilità tecnico-economica.

La Scuola primaria "Eroi del Piave" con annessa palestra, sita in Via M. Davanzo, 67 - località Saletto di Breda di Piave, è un plesso scolastico realizzato a più riprese a partire dal nucleo originario, edificato presumibilmente nel decennio dal 1960 al 1970.

Appare evidente che il plesso si presenta con soluzioni eterogenee dal punto di vista delle prestazioni energetiche, con criticità rilevanti per quanto riguarda la trasmittanza delle pareti, delle coperture e dei serramenti (ad esclusione di quelli già sostituiti nel corpo scuola alcuni anni fa).

Per la descrizione generale del plesso scolastico in oggetto si rimanda alla relazione generale, mentre lo scopo della presente relazione è illustrare la metodologia utilizzata per redigere la cosiddetta "Diagnosi Energetica" dei sistemi edificio-impianto che compongono il plesso:

- A. Sistema edificio-impianto "SCUOLA";
- B. Sistema edificio-impianto "PALESTRA-SPOGLIATOI".

Tale distinzione è necessaria in relazione a:

1. Centrali termiche (e relativi contatori gas metano) distinte, con impianti termici indipendenti;
2. Impianti elettrici (e relativi contatori energia elettrica) distinti e indipendenti tra loro;
3. Destinazioni d'uso diverse;
4. Profili di utilizzo diversi.



2 METODOLOGIA DIAGNOSI ENERGETICA

La diagnosi energetica, così come definita dal D.Lgs. 192/2005, è “*una procedura sistematica volta a fornire una adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppi di edifici, di una attività e/o impianto industriale o di servizi pubblici o privati, ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e riferire in merito ai risultati*”.

La metodologia adottata è quella suggerita dalle norme tecniche applicabili allo scopo e prevede fondamentalmente:

- I. Per ogni sistema edificio-impianto il primo step dell'audit consiste nella raccolta dei dati relativi ai consumi energetici (sottoforma di vettori energetici) registrati negli ultimi anni di esercizio, desumibili da letture dirette dei contatori o dall'analisi delle fatture di fornitura; nel caso in oggetto l'Amministrazione è stata in grado di fornire i dati di consumo delle ultime tre annualità (2015-2016-2017), distinguendo per il gas metano i consumi dei due PDR in termini di mc/anno e di €/anno e per l'energia elettrica i consumi dei due POD in termini di kWh/anno e di €/anno; la ricostruzione dei consumi storici è necessaria per i successivi step dell'audit e consente inoltre di determinare i prezzi unitari dei vettori energetici (€/mc per il gas metano, €/kWh per l'energia elettrica) che verranno utilizzati per le valutazioni economico-finanziarie degli scenari interventi (analisi costi-benefici).
- II. Il secondo step consiste nella cosiddetta “normalizzazione” dei consumi termici, in quanto le simulazioni energetiche fanno sempre riferimento a consumi standard in relazione ai Gradi Giorno convenzionali stabiliti dal DPR. 412; in altri termini i consumi devono essere “destagionalizzati”, in modo che i consumi storici e i consumi di calcolo possano essere “confrontabili”; la procedura di “normalizzazione” si basa sulla ricostruzione, per ogni annualità di riferimento, dei Gradi Giorni reali, ottenibili dalla consultazione dei dati forniti da Enti “autorevoli”, nel nostro caso dall'ARPAV; il valore medio normalizzato del consumo di gas metano, per ogni sistema edificio-impianto, stabilisce la conformità del modello energetico dello stato di fatto (validazione del modello di calcolo).
- III. Il terzo step consiste nello stabilire i “profili di utilizzo” dei sistemi edificio-impianto che compongono il plesso in oggetto; l'Amministrazione ha fornito, sia per la scuola che per la palestra, un calendario delle attività, stabilendo per ogni giorno della settimana, nei diversi periodi dell'anno solare, gli orari di funzionamento degli impianti a servizio delle stesse attività.
- IV. Il quarto step consiste nella modellazione energetica dei sistemi edificio-impianto sulla base della documentazione disponibile, dei rilievi e delle informazioni ricevute dall'Amministrazione; si tratta di “ricostruire” lo stato di fatto sia per quanto riguarda l'involucro edilizio disperdente, sia per quanto riguarda gli impianti tecnologici a servizio dell'edificio oggetto di audit, inserendo come profili di utilizzo quelli di cui al precedente punto III; la modellazione dev'essere eseguita con software professionale certificato dal CTI (nel nostro caso è stato utilizzato Edilclima) e il modello può essere considerato conforme (validazione del modello) solo se i consumi calcolati dal software (out-put vettori energetici) si discostano per meno del 10% dai valori storici normalizzati di cui al precedente punto II.

- V. Utilizzando il modello energetico validato di cui al precedente punto IV si passa quindi al quinto e ultimo step, ossia l'introduzione progressiva di interventi di efficientamento (sia edili che impiantistici), con valutazione dello scenario di investimento dal punto di vista energetico ed economico-finanziario; le ipotesi di intervento più promettenti (in termini di fattibilità e sostenibilità economica) vengono introdotte nel modello di calcolo e il software Edilclima fornisce in uscita il risparmio energetico derivante dall'intervento, il conseguente risparmio economico-gestionale e quindi, sulla base del costo dell'intervento, la convenienza economico-finanziaria (analisi costi-benefici); nella presente relazione si riportano solo i risultati delle ipotesi più "convenienti", anche se l'analisi costi-benefici è stata condotta su una moltitudine di possibili interventi; le ipotesi ritenute più "convenienti" sono state poi accorpate in uno scenario "aggregato", che delinea l'intero progetto di efficientamento e sul quale viene eseguita l'analisi costi-benefici complessiva, chiaramente per ogni sistema edificio-impianto.

Si riportano nei successivi paragrafi i dettagli degli step di audit sopra elencati e in fascicoli separati le relazioni tecniche di calcolo sviluppate con software Edilclima certificato dal CTI (allegato SDF e allegato SDP).

2.1 CONSUMI ENERGETICI ATTUALI

Tramite comunicazione e-mail del 28/06/2018 l'Amministrazione ha fornito i seguenti dati di consumo di gas metano, in termini di mc/anno e di €/anno, distinti per PDR e per annualità:

EDIFICIO	C.C.	C.I.	EDIFICIO	CONSUMO ANNO 2015 [mc]	COSTO COMBUSTIBILE ANNO 2015 [€ iva esclusa]	CONSUMO ANNO 2016 [mc]	COSTO COMBUSTIBILE ANNO 2016 [€ iva esclusa]	CONSUMO ANNO 2017 [mc]	COSTO COMBUSTIBILE ANNO 2017 [€ iva esclusa]
BREDA	32	33	Scuola Primaria Saletto	8.791	€ 5.866,07	8.842	€ 5.561,72	8.826	€ 5.404,02
BREDA	32	51	Palestra Saletto	9.205	€ 6.142,32	9.165	€ 5.764,89	8.689	€ 5.320,14

Tramite comunicazione e-mail del 27/06/2018 l'Amministrazione ha fornito i seguenti dati di consumo di energia elettrica, in termini di kWh/anno e di €/anno, distinti per POD e per annualità:

2015

SITO	CODICE POD	Kw	euro	kWh
via S. M. Davanzo 55 (palestra)	IT001E33756458	22	4599,77	17744
via S. M. Davanzo, 53 (sc. elementare)	IT001E33998171	16,5	2890,80	10285

2016

SITO	CODICE POD	Kw	euro	kWh
via S. M. Davanzo 55 (palestra)	IT001E33756458	22	4499,50	19856
via S. M. Davanzo, 53 (sc. elementare)	IT001E33998171	16,5	3225,23	12329

2017

SITO	CODICE POD	Kw	euro	kWh
via S. M. Davanzo 55 (palestra)	IT001E33756458	22	4875,63	19169
via S. M. Davanzo, 53 (sc. slementana)	IT001E33808174	16,5	8162,45	12652

I consumi medi "storici" risultano pertanto essere:

- A Sistema edificio-impianto "SCIOLA"

Gas metano: 8 820 mc/anno

Energia elettrica: 11.757 kWh/anno

- #### B. Sistema edificio-impianto "PALESTRA-SPOGLIATOI"

Gas metano: 9.020 mc/anno

Energia elettrica: 18.923 kWh/anno

2.2 NORMALIZZAZIONE CONSUMI TERMICI

Dal sito di ARPAV sono stati scaricati i dati relativi alle temperature medie giornaliere registrate nelle annualità di riferimento dalla stazione meteo di Ponte di Piave, distante 5 km dagli edifici oggetto di audit.

2015	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1	5,3	7,3	12,3	20,5	15,6	26,1	29,8	28,2	32	19,8	19,3	10,1
2	8,1	8	10,1	15,5	19,5	27	30,7	27,9	29	20,3	17,5	13,2
3	10,1	7,5	16,2	14,7	18,8	30,9	33,5	32,4	28,5	20,8	16,8	11,6
4	10,5	8,9	14,4	10,9	21,5	33,2	32,7	33,2	28,2	20,6	14,9	9,8
5	10,7	7,1	15,1	15,8	24,8	31,3	32,9	34,7	24,2	23,6	17,6	12,6
6	9,7	8,3	14,1	14,4	23,6	31,9	32,2	35,7	24,9	18,1	21,2	8,4
7	8,2	7,1	13,8	16,2	26,8	32,9	33,6	36,1	23,6	21,5	21,7	11,1
8	8	9,5	14,7	17,2	27,2	31,2	32,2	36,3	24,4	24,3	21,9	12,1
9	8,8	7,3	12,2	18,6	28,3	30,5	28,2	35,8	23,4	22,4	13,6	11,1
10	8	10	16,6	18,1	26,1	30,6	28,3	34,5	23,3	18,8	11,1	13,7
11	9,3	12,4	16,7	19,7	24,5	30,8	29,7	34,3	24,3	21,9	10	9,8
12	10,6	10,7	16,1	22,7	24,7	29,7	33,3	36,1	25	20	12,1	10,1
13	11,3	6,4	13	23,3	24,4	30,1	31,1	36,3	24,7	14,5	9,6	7,1
14	10,2	8,6	13,8	22,7	25,4	22,5	32,4	35,3	26,8	15,5	15,6	11,7
15	8,8	10,6	14,9	22,4	18,9	25,9	33,5	30,7	26,4	18,1	12,1	9,2
16	10,3	14,8	9,7	22,7	26,3	25,6	34,1	26,5	27,8	13,9	13,4	10,5
17	12,7	13,5	16,7	15,7	28,5	24	34,5	25,6	28,8	16,9	10,2	12,5
18	7,2	11,6	16,3	16,3	27,6	25	35,4	27,7	29,8	16,3	12,2	11,3
19	9,6	11,2	16,9	15,9	25,9	23,9	34,5	20,7	26,4	18,1	13,3	12,4
20	8,7	10,3	14,2	19,9	22	21,7	35,8	27,9	26,5	17,5	10,7	11
21	9,3	9	12,9	23,6	21,2	23	37,8	26,2	23,8	18,6	10,8	8,4
22	10,3	10,8	12,7	23,5	17,3	24,9	39	27	23,2	17,2	10,9	8,9
23	12,9	14,9	17,5	20,4	15,3	23,5	37,2	26,3	19,4	18,9	8,4	7,8
24	13,4	10,9	16,3	20,4	23,9	24,1	35	22,1	21,5	19,8	8,6	10,2
25	10,2	15,5	13,4	18,4	24,2	25	30,2	28,6	19,7	17,3	5,8	11
26	9,4	14,2	13,4	20,1	21,7	26,9	27,6	29	21,8	20,2	8,7	3,5
27	8,6	14	14,7	16,6	21,1	27,9	29,6	29,3	21,7	18,8	11,5	2,3
28	9	15,1	16,6	18,9	21	28,6	30	29,2	20,9	13,7	8,9	0,8
29	4,7		15,6	19	22,7	27,5	29,7	32,2	20,6	14,9	9,6	1,4
30	5,2		17,2	18,3	25,1	29,8	26,1	33,9	18,7	20,1	9,5	10,1
31	8,5		16,9		25,3		27,6	31,1		19,8		5,9

2016	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1	-0,4	6,1	8,7	13,6	12,5	16,8	24,1	21,4	23,2	17,6	10,9	0,6
2	-0,3	7,4	8,6	14	14,3	16,7	24,1	21,8	23,7	17	10,8	3,1
3	2,9	7,4	5,8	13,3	14,9	17,8	23	23,3	23,2	16,2	9	6,8
4	0,7	6,2	7,2	13	16,5	18,6	22,9	24,9	23,4	14	7,7	5,9
5	1,7	4,2	7,9	13,3	15,8	19,4	23,6	20,8	21,8	12,6	9,9	5,8
6	1,7	4,4	8	13,5	16,1	20,9	24,9	21,9	19,3	10,2	11,6	2,7
7	1	6,3	5,9	14,3	16	21,8	24,2	22	21,3	11,6	8,4	1,9
8	2,5	8,6	5	14,7	15,9	19,6	24,9	22,4	22,3	12,1	7,3	0,6
9	5,6	7,9	7,6	12,4	16,6	17,5	25,9	23,6	22,8	13	6,5	1,3
10	6,6	7,3	9,3	13,7	16,4	19,7	26,5	18,5	23,3	11,9	6,4	-0,6
11	9,2	4,7	9,8	15,3	13,9	19,5	26,5	18,8	23,3	8,5	7,5	3
12	6	5,3	10,4	14,9	15,9	18,2	25,1	18,1	23,5	7,6	9	4,9
13	3,4	3,9	9,8	15,2	14,2	19,6	25,2	19,6	22,7	9,1	5,9	2,1
14	3,5	5,2	9,4	13,8	15,9	17,5	20	21,8	22,1	13	5,5	4
15	4,1	7,4	6,1	15	14	20,2	19	22,7	19,8	16,3	1,6	2,2
16	2,4	8,9	7,9	15,9	13,4	21,5	19,1	22,9	18,8	13,4	3,1	2,1
17	0,2	7,1	9,7	16,3	14,4	21,4	21,3	22,1	18,9	14,5	7,1	-0,2
18	-1,9	8,6	8,1	16	14,9	19,5	23	21,2	17,8	14,6	8,9	-1,8
19	-2,7	7,2	9,3	14,6	13,6	18	24,1	22,6	18,7	13,6	11	3,1
20	-2	7,8	9,7	14,2	17,6	19,9	24,1	23,8	17,4	11	10,3	5,9
21	-1,1	5,8	11,5	13,5	18,4	21,3	24,3	22,8	16,3	10,4	11,6	4,9
22	1,2	7,6	11,6	13,9	19,1	24,5	25,2	19,9	16,9	9,7	13,9	2,6
23	0	10	10,4	14,7	15,7	26,8	24,1	20,8	15,8	11,5	13,5	3,1
24	-1,3	8,6	8,6	10,7	15,1	28	24,3	22,1	17,2	13,6	13,5	2,1
25	-0,1	6,4	8,9	9,1	17,2	27,2	25,5	22,9	16,7	14,9	12,9	2,7
26	0,9	5,1	8,8	9,9	19,1	24	26,2	22,4	17,2	16,2	12	2,7
27	1,9	5,7	8,9	10,9	20	23	24,3	22,5	17,5	13,9	11	3
28	3,7	8,9	10,9	9,9	20,6	21,8	22,1	22,2	17	9,7	8	1,5
29	2	9,6	11,9	11,1	17,5	22,5	24,2	23,1	16,2	10,4	1,7	2,7
30	5,4		13,6	13	16,5	24	25,1	23,8	18,5	10,7	0,2	-0,2
31	5,8		13,5		16,2		23,5	23,4		9,8		-0,5



2017	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1	-1,3	3,8	8,1	12,7	12,9	23	19,8	27,3	20,2	14,4	8	2,8
2	-0,7	5,5	7,5	14,3	12,7	22,6	20,8	28	18,4	14,7	8,1	4,1
3	1,9	7,2	8,2	17	13,5	23,4	22,8	28,2	18	13,4	9,9	0,7
4	-1,1	6,8	9	17,7	12,3	22	23,2	29,1	17,9	15,1	11,9	-1,2
5	1,2	6,3	9	14	14,7	22	23,8	29,6	19,6	15,1	14,2	-0,5
6	-3,8	9,2	8,7	14,1	13,8	19,4	24,8	27,2	20,2	15,2	11,9	-0,5
7	-6	7,7	9,4	12,3	14,7	18,1	24,8	23,8	19,5	11,2	10,1	0,7
8	-5,2	6,2	9,4	12,4	14,7	17,6	25,9	24,9	18,7	13,8	10,2	3
9	-4,2	4,3	10,5	13,9	14,9	19,8	25,5	27	18,4	13,5	10,7	3,3
10	-0,5	6,3	11,8	14,1	13,1	21,2	25,9	23,7	16,8	13,8	9,5	-1,4
11	-5,3	6,1	8,3	15,3	14,6	21,9	24,2	22,2	19,3	13,2	7,1	5,3
12	-2,7	5,2	8,1	15,7	18,2	22,5	24,5	20,3	14,8	15	7,3	10
13	1,6	5	7,3	16,1	18,4	23,4	26	21,8	15	14,3	7,8	5,2
14	1,1	4,1	8,8	16,6	19,6	23,4	22,2	23,8	16,7	14,9	7,8	4,2
15	1,7	3,8	9	15	18,1	23,8	21,9	23,8	15,8	14,5	7,8	6,5
16	1,4	5	9,7	13,1	19,4	24,5	20,7	24,4	15,8	13,8	8	4,5
17	3,8	3,5	9,2	11,5	21,6	23,4	21,6	25,8	16,6	14,4	7	1
18	4,4	5,4	9,1	8,9	21,5	22,2	23,7	25,5	14,7	11,9	6,1	-0,7
19	3,6	4,9	9,8	9,3	18,5	22,5	23,1	23,2	12	11,7	4,9	-0,4
20	0	5,4	11,3	10	15,1	23,7	24	20,8	14,5	11,2	4,3	0,6
21	-0,8	4,9	11,8	8,5	18,7	24,5	25,6	20,2	13,6	13,4	6,2	-0,2
22	1,6	6,4	11	10,1	19,9	26,1	25,5	19,3	14,5	13,1	5,1	0,2
23	1	7,5	13	11,8	21,7	27,3	26,4	20	16,1	11	7,3	1,3
24	2,1	7,7	12,2	12,7	21,1	27,4	21,2	21,3	14,9	10,5	6	1,1
25	0,8	6,8	13,7	13,7	19	22,2	18,8	23,2	15,4	10,2	8,4	0,5
26	-1,1	4,3	10,4	13,8	19,9	23,8	18,3	24,2	15,5	10,1	6,8	4,7
27	-1,8	6,1	10,4	15,1	21	22,8	21,3	25,2	17	10,3	1,7	7,9
28	-1,5	8,8	11,6	13,4	21,9	22,2	23,4	23,6	16,3	7,8	2	6,2
29	-1,2		14,3	12,2	21,3	20,4	24,6	21,5	15,8	8,7	4,9	3,9
30	0,2		14,2	13,6	22,1	20	24,5	22,2	15,3	11,2	4,7	0,2
31	3,1		14,1		22,6		25,6	23		9,8		1,7

I Gradi Giorno reali sono stati calcolati, per ogni giorno della stagione convenzionale di riscaldamento, come da definizione stessa di GG_{reali}, ossia come sommatoria degli scostamenti (positivi o negativi) tra la temperatura media giornaliera (cfr. tabelle di cui sopra) e la temperatura convenzionale degli ambienti riscaldati, ossia 20°C.

Per le annualità di riferimento si è ottenuto:

GG_{reali}, 2015 = 1371,0

GG_{reali}, 2016 = 2376,1

GG_{reali}, 2017 = 2469,4

Il dato convenzionale stabilito dal DPR. 412 per il Comune di Breda di Piave è:

GG_{conv} = 2364

I consumi storici sono stati quindi “normalizzati” attraverso il rapporto GG_{conv}/GG_{reali}:

Gradi giorno convenzionali	2364	SCUOLA	consumo bollette 2015	8791	PALESTRA	consumo bollette 2015	9205
Gradi giorno reali 2015	1371		consumo normalizzato 2015	15158		consumo normalizzato 2015	15872
rapporto 2015 GG _{conv} /GG _{reali}	1,72						



Gradi giorno convenzionali	2364
Gradi giorno reali 2016	2376,1
rappporto 2016 GGconv/GGreali	0,99

SCUOLA	
consumo bollette 2016	8842
consumo normalizzato 2016	8797

PALESTRA	
consumo bollette 2016	9165
consumo normalizzato 2016	9118

Gradi giorno convenzionali	2364
Gradi giorno reali 2017	2469,4
rappporto 2017 GGconv/GGreali	0,96

SCUOLA	
consumo bollette 2017	8826
consumo normalizzato 2017	8449

PALESTRA	
consumo bollette 2017	8689
consumo normalizzato 2017	8318

In conclusione i valori medi normalizzati di riferimento per i consumi di gas metano sono:

A. Sistema edificio-impianto “SCUOLA”

Gas metano: 10.801 mc/anno

B. Sistema edificio-impianto “PALESTRA-SPOGLIATOI”

Gas metano: 11.102 mc/anno

che risultano sensibilmente superiori alla semplici media aritmetica riportata al paragrafo precedente.

Questi valori determinano il riferimento per la validazione dei modelli di calcolo per la simulazione energetica dello stato di fatto dei due sistemi edificio-impianti oggetto di audit.



2.3 PROFILI DI UTILIZZO

Tramite comunicazione e-mail del 05/07/2018 l'Amministrazione ha fornito i seguenti "calendari" per descrivere i profili di utilizzo dei due sistemi edificio-impianto oggetto di audit:

ORARIO UTILIZZO IMMOBILI COMUNALI ANNO SCOLASTICO 2017/2018

	SCUOLA PRIMARIA SALETTO (dal 13.09.2018 al 09.06.2018)	PALESTRA SALETTO (*) (da settembre a maggio)
LUNEDI	8.00-13.00	9.30-10.30/16.00-22.30
MARTEDI	8.15-16.15	9.00-12.00/14.30-22.30
MERCOLEDI	8.00-13.00	16.30-22.30
GIOVEDI	8.00-13.00	9.30-10.30/17.00-22.30
VENERDI	8.00-16.30	10.00-13.00/16.30-23.00
SABATO	==	13.00-20.00
DOMENICA	==	occasionale

(*) si precisa che gli orari indicati comprendono attività che vengono svolte sia in sala polivalente che nella palestra. In ambedue i casi vengono comunque riscaldati anche gli spogliatoi.

Questi profili di utilizzo sono stati utilizzati per le simulazioni energetiche dei due sistemi edificio-impianto, perché la valutazione dei consumi energetici è funzione non solo delle condizioni meteo esterne, ma anche delle condizioni di utilizzo dei locali, che determinano le ore complessive di funzionamento degli impianti a servizio degli edifici in questione.

E' evidente quindi che le simulazioni che vengono eseguite sui sistemi edificio-impianti "efficientati" valgono nei limiti dei profili di utilizzo inseriti, perché tutte le valutazioni vengono eseguite per confronto ante-post interventi a parità di condizioni al contorno, sia dal punto di vista meteo (criterio della normalizzazione dei consumi termici), sia dal punto di vista dell'utilizzo (criterio dei profili di utilizzo e del mantenimento delle destinazioni d'uso).

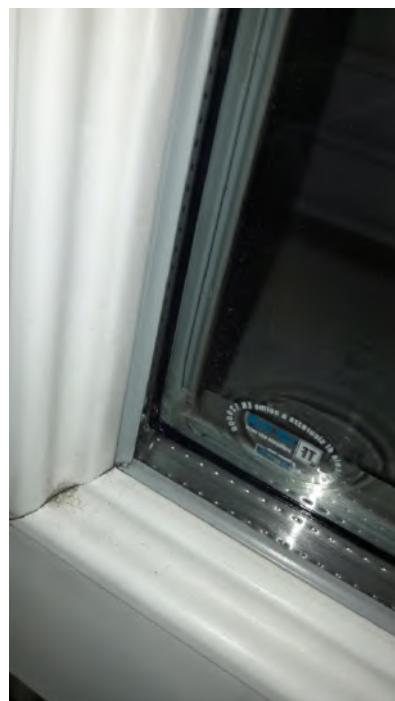
2.4 MODELLO ENERGETICO STATO DI FATTO

Le stratigrafie dei componenti edilizi costituenti l'involucro disperdente sono state desunte dalla documentazione disponibile, dalle informazioni ricevute dall'Amministrazione e dai rilievi eseguiti sul posto; nel modello energetico di calcolo sono state inserite tali stratigrafie (cfr. allegato SDF alla presente relazione) che andranno verificate nelle successive fasi progettuali, anche perché le stesse stratigrafie costituiscono, in certi casi, la "base" su cui viene applicato l'intervento di efficientamento energetico proposto in questa fase.

Si riportano di seguito alcune fotografie esemplificative:



1 – finestre corpo spogliatoi



2 – finestre corpo scuola



3 – intercedepine sotto pavimento piano terra corpo scuola e relativo solaio

Anche dal punto di vista impiantistico il modello energetico di calcolo è stato sviluppato inserendo, laddove possibile, le caratteristiche degli elementi impiantistici rilevati sul posto; sarà comunque opportuno, nelle successive fasi progettuali, verificare puntualmente le caratteristiche e lo stato di conservazione degli impianti esistenti, valutando gli interventi non solo dal punto di vista energetico, ma anche dal punto di vista funzionale e di conformità al quadro normativo vigente in materia di sicurezza degli impianti.

Si riportano di seguito alcune fotografie esemplificative:



1 – caldaia corpo scuola



2 – CT corpo scuola



3 – caldaia corpo palestra-spogliatoi



4 – CT corpo palestra-spogliatoi



5 – radiatori



6 – corpi illuminanti

Si riporta in fascicolo separato l'allegato SDF "Relazione tecnica di calcolo STATO DI FATTO" sviluppata con software Edilclima certificato CTI.

Il modello energetico utilizzato è stato validato in base al confronto tra i consumi calcolati dal software e quelli di riferimento (media normalizzata del triennio 2015-2016-2017, cfr. paragrafo 2.2); dall'ultima pagina dell'allegato SDF si possono estrapolare i consumi calcolati dal software:

Zona 1 : SCUOLA				
Vettore energetico	Consumo	U.M.	CO₂ [kg/anno]	Servizi
Metano	10907	Nm ³ /anno	22767	Riscaldamento
Energia elettrica	12316	kWh/anno	5665	Riscaldamento, Acqua calda sanitaria, Illuminazione
Zona 2 : PALESTRA				
Vettore energetico	Consumo	U.M.	CO₂ [kg/anno]	Servizi
Metano	11434	Nm ³ /anno	23868	Riscaldamento, Acqua calda sanitaria
Energia elettrica	20668	kWh/anno	10203	Riscaldamento, Acqua calda sanitaria, Illuminazione

che rispetto ai valori di riferimento si scostano delle seguenti percentuali, tutte inferiori al limite del 10%:

A. Sistema edificio-impianto "SCUOLA"

Gas metano: 10.801 mc/anno (+ 0,98%) Energia elettrica: 11.757 kWh/anno (+ 4,75%)

B. Sistema edificio-impianto "PALESTRA-SPOGLIATOI"

Gas metano: 11.102 mc/anno (+2,99%) Energia elettrica: 18.923 kWh/anno (+ 9,22%)

2.5 VALUTAZIONE INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

Utilizzando il modello energetico validato sono state eseguite numerose simulazioni energetiche con l'introduzione progressiva di interventi di efficientamento (sia edili che impiantistici), con valutazione di ogni scenario di investimento dal punto di vista energetico ed economico-finanziario.

Nel presente paragrafo verranno descritti sinteticamente gli interventi riportati nell'allegato SDP "Relazione tecnica di calcolo STATO DI PROGETTO" sviluppata con software Edilclima certificato dal CTI.

A. Sistema edificio-impianto "SCUOLA"

Scenario 1: cappotto

In relazione alla tipologia delle pareti perimetrali esistenti è necessario intervenire con una coibentazione dall'esterno con pannelli in EPS con spessore 14cm, comunque non interferente con le opere strutturali previste per l'adeguamento sismico dell'edificio; tale scelta ottimizza l'investimento in termini di TRS (tempo di ritorno semplice) ed elimina (o corregge) gran parte dei ponti termici esistenti; per raggiungere tale obiettivo si rende necessario risvoltare il cappotto attorno ai fori finestra e pertanto si prevede la rimozione delle tapparelle esistenti; nel costo dell'intervento sono comprese tutte le opere accessorie, quali ad esempio la modifica/rifacimento dei davanzali, dei pluviali e delle lattonerie in generale, oltre alle modifiche e agli adeguamenti degli impianti inseriti nelle facciate da rivestire; il costo per la realizzazione delle nuove schermature esterne (raffstore) per le aule, in sostituzione delle tapparelle rimosse, è stato esplicitato nella stima dell'intervento riportata nella Relazione Generale D.01, ma non rientra nell'analisi economica costi-benefici eseguita per lo scenario 1.

Scenario 2: sostituzione serramenti

In relazione alla tipologia dei serramenti esistenti si è optato per la sostituzione (con modifica dimensionale) solo dei serramenti del prospetto ovest, visto che i restanti serramenti sono stati sostituiti di recente; al posto delle vetrate esistenti (telai metallici con vetro singolo) si prevedono serramenti a taglio termico con vetrocamera ad elevate prestazioni termiche ($U \leq 1.30 \text{ W/mqK}$) e acustiche (doppi vetri accoppiati di sicurezza e vetrocamera riempita con gas argon).

Scenario 3: coibentazione copertura

In relazione alla tipologia delle coperture esistenti è necessario intervenire con una coibentazione dall'esterno, con pannelli in schiuma poliuretanica (tipo Stiferite) idonei per la posa diretta della nuova guaina di impermeabilizzazione; tale intervento è giustificato a maggior ragione dai previsti interventi strutturali in copertura, che prevedono l'inserimento di controventi previa rimozione della sovrastruttura esistente; la coibentazione con impermeabilizzazione dall'esterno della copertura elimina/corregge i ponti termici e dovrà essere eseguita dopo aver predisposto idonei ancoraggi per la successiva installazione dei sistemi anticaduta (linee vita) e dei sistemi di fissaggio del previsto impianto fotovoltaico (cfr. scenario 6).

Scenario 4: insufflaggio intercapedini

In relazione alla tipologia del pavimento esistente per gran parte del piano terra si prevede la coibentazione dello stesso agendo nell'intercapedine esistente tra solaio e terreno, comunque non ventilata; si prevede pertanto l'insufflaggio, fino a saturazione, dell'intercapedine utilizzando materiale isolante in fiocchi "pompato" da apposito macchinario attraverso fori praticati lungo il perimetro dell'intercapedine stessa; con tale intervento si ottiene inoltre un miglioramento per quanto concerne il rendimento di distribuzione dell'impianto termico, generando un sostanziale isolamento delle tubazioni esistenti, attualmente prive di coibentazione, come rilevabile dalla fotografia 3 del paragrafo 2.4 della presente relazione.

Scenario 5: sostituzione generatore di calore

In relazione alla prevista demolizione della CT esistente si prevede la realizzazione di una nuova centrale termica con caldaia a condensazione ad altissimo rendimento e di potenza ridotta in relazione alla diminuzione del fabbisogno generato dagli interventi edili di cui sopra (scenari 1, 2, 3 e 4); nel costo di tale intervento è incluso l'onere per l'inserimento di valvole termostatiche per i radiatori esistenti.

Scenario 6: impianto fotovoltaico

Per il contenimento dei consumi di energia elettrica prelevati dalla rete elettrica nazionale si prevede l'installazione in copertura (falda sud) di un impianto fotovoltaico con potenza pari a circa 10 kWp, costituito da 32 moduli in silicio da 315 kwp/cad, fissati su strutture secondarie ancorate ai punti fissi predisposti durante il rifacimento della copertura; la taglia dell'impianto è ottimizzata in ragione dell'autoconsumo istantaneo sul posto e l'eventuale surplus tra produzione e autoconsumo verrà immesso nella rete elettrica nazionale e retribuito attraverso la convenzione GSE per lo scambio sul posto.

Scenario 7: aggregato

Gli scenari 1, 2, 3, 4, 5 e 6 sono stati valutati favorevolmente dal punto di vista energetico ed economico-finanziario (analisi costi-benefici), per cui l'aggregazione degli stessi in un unico scenario di investimento costituisce l'auspicabile progetto di efficientamento generale del sistema edificio-impianto "SCUOLA".

B. Sistema edificio-impianto "PALESTRA-SPOGLIATOI"

Scenario 1: cappotto

In relazione alla tipologia delle pareti perimetrali esistenti è necessario intervenire con una coibentazione dall'esterno con pannelli in EPS con spessore 14cm, comunque non interferente con le opere strutturali previste per l'adeguamento sismico dell'edificio; tale scelta ottimizza l'investimento in termini di TRS (tempo di ritorno semplice) ed elimina (o corregge) gran parte dei ponti termici esistenti; per raggiungere tale obiettivo si rende necessario risvoltare il cappotto attorno ai fori finestra; nel costo dell'intervento sono comprese tutte le opere accessorie, quali ad esempio la modifica/rifacimento dei davanzali, dei pluviali e delle lattonerie in generale, oltre alle modifiche e agli adeguamenti degli impianti inseriti nelle facciate da rivestire.

Scenario 2: sostituzione serramenti

In relazione alla tipologia dei serramenti esistenti si è optato per la sostituzione di tutti i serramenti vetrati, ad esclusione di quelli interni, che non fanno parte dell'involturo disperdente; al posto dei serramenti esistenti (telai metallici con vetrocamere di primissima generazione) si prevedono serramenti a taglio termico con vetrocamera ad elevate prestazioni termiche ($U \leq 1.30 \text{ W/mqK}$) e acustiche (doppi vetri accoppiati di sicurezza e vetrocamera riempita con gas argon).

Scenario 3: coibentazione copertura

In relazione alla tipologia delle coperture esistenti è necessario intervenire con una coibentazione dall'esterno, con pannelli in schiuma poliuretanica (tipo Stiferite) idonei per la posa diretta della nuova guaina di impermeabilizzazione; tale intervento è giustificato a maggior ragione dai previsti interventi strutturali per la copertura della palestra, che prevedono l'inserimento di controventi previa rimozione della sovrastruttura esistente; la coibentazione con impermeabilizzazione dall'esterno della copertura elimina/corregge i ponti termici e dovrà essere eseguita dopo aver predisposto idonei ancoraggi per la successiva installazione dei sistemi anticaduta (linee vita) e dei sistemi di fissaggio del previsto impianto fotovoltaico (cfr. scenario 6).

Scenario 4: sostituzione generatore di calore

In relazione allo stato di conservazione della caldaia esistente se ne prevede la sostituzione con caldaia a condensazione ad altissimo rendimento e di potenza ridotta in relazione alla diminuzione del fabbisogno generato dagli interventi edili di cui sopra (scenari 1, 2 e 3); nel costo di tale intervento è incluso l'onere per l'inserimento di valvole termostatiche per i radiatori esistenti nel corpo spogliatoi e l'adeguamento del sistema di termoregolazione esistente.

Scenario 5: impianto solare termico

Per ridurre i consumi di gas per la produzione dell'acqua calda sanitaria si prevede l'installazione di un impianto solare termico sulla copertura adiacente alla centrale termica, dimensionato sulla base del fabbisogno di ACS stimato in base al numero di utenti e al profilo di utilizzo degli spogliatoi.

Scenario 6: impianto fotovoltaico

Per il contenimento dei consumi di energia elettrica prelevati dalla rete elettrica nazionale si prevede l'installazione sulla copertura della palestra di un impianto fotovoltaico con potenza pari a circa 10 kWp, costituito da 32 moduli in silicio da 315 kwp/cad, fissati su strutture secondarie ancorate ai punti fissi predisposti durante il rifacimento della copertura; la taglia dell'impianto è ottimizzata in ragione dell'autoconsumo istantaneo sul posto e l'eventuale surplus tra produzione e autoconsumo verrà immesso nella rete elettrica nazionale e retribuito attraverso la convenzione GSE per lo scambio sul posto.

Scenario 7: aggregato

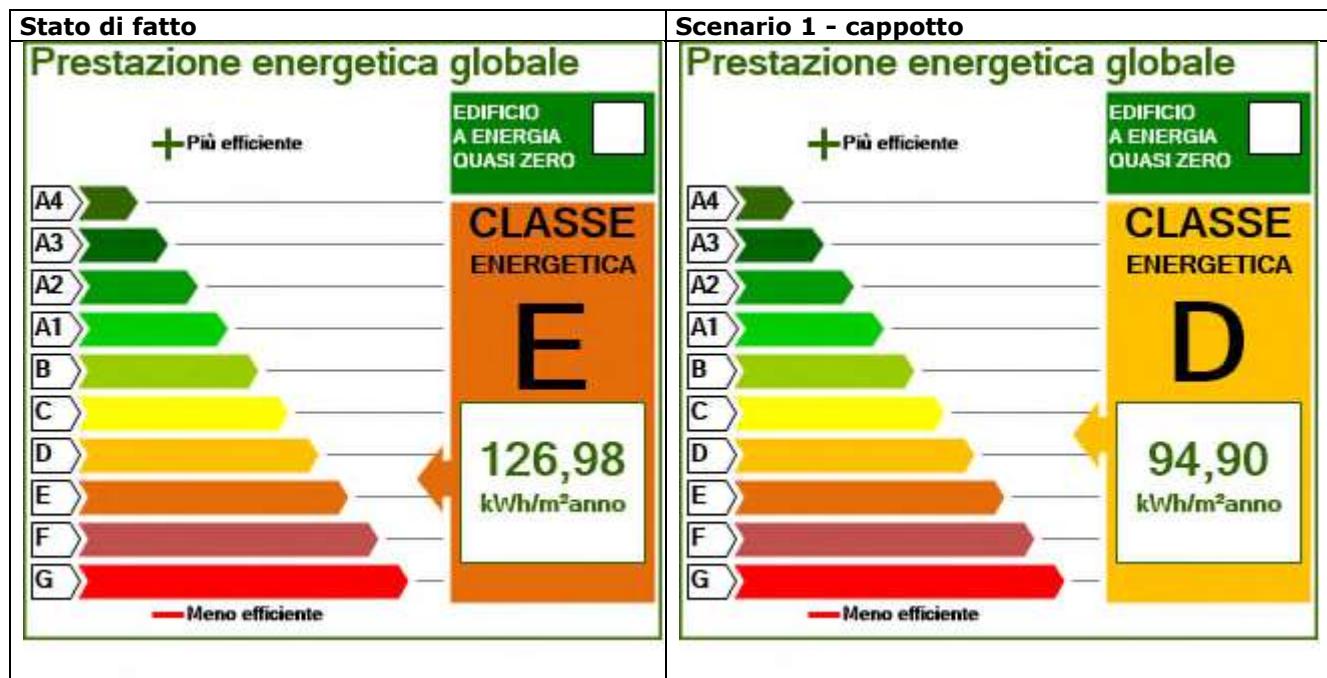
Gli scenari 1, 2, 3, 4, 5 e 6 sono stati valutati favorevolmente dal punto di vista energetico ed economico-finanziario (analisi costi-benefici), per cui l'aggregazione degli stessi in un unico scenario di investimento costituisce l'auspicabile progetto di efficientamento generale del sistema edificio-impianto "PALESTRA-SPOGLIATOI".

Nota: il costo degli interventi sopra descritti è stato valutato con prezzi correnti di mercato in relazione ad interventi simili a quelli in oggetto; nelle analisi costi-benefici sono stati inseriti costi di investimento comprensivi di alcune opere accessorie, nell'ipotesi che tali interventi siano finalizzati esclusivamente all'efficientamento energetico dei sistemi edificio-impianto oggetto di audit; pertanto altre opere non strettamente riconducibili all'efficientamento energetico sono state incluse nella stima dell'intervento riportata nella Relazione Generale D.01, ma non nelle analisi costi-benefici dei vari scenari.

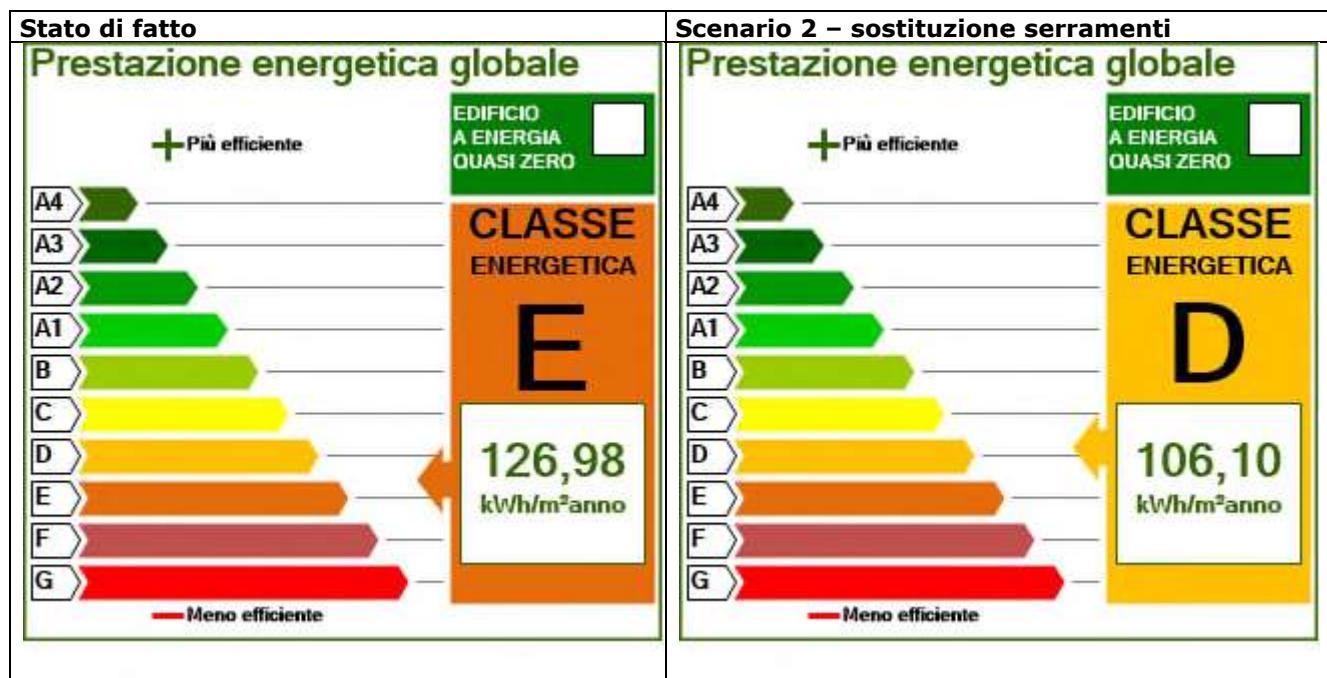
3 CONCLUSIONI

Si riportano di seguito i risultati ottenuti con le varie simulazioni energetiche e relative analisi costi-benefici, mentre per i dettagli si rimanda all'allegato SDP "Relazione tecnica di calcolo STATO DI PROGETTO".

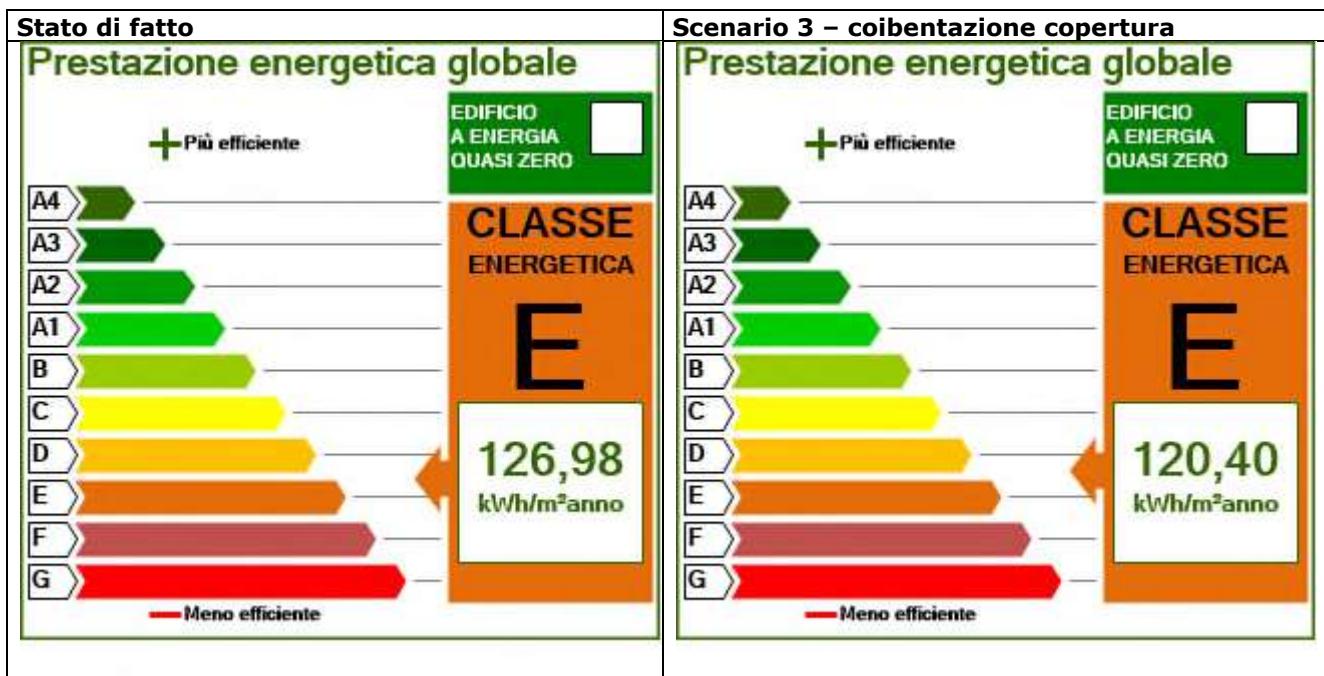
A. Sistema edificio-impianto "SCUOLA"



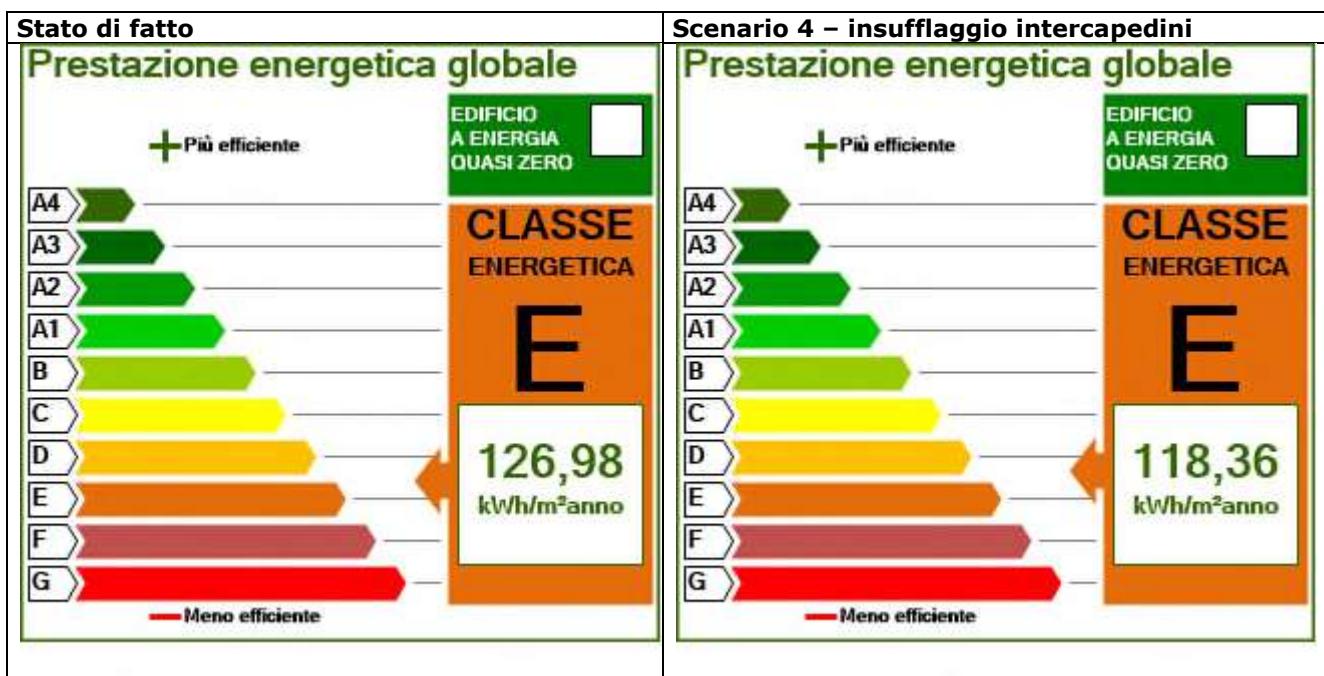
Sintesi scenario 1: riduzione consumi pari a 32,08 kWh/mq·anno, ossia del 25,26%; TRS = 33,9 anni.



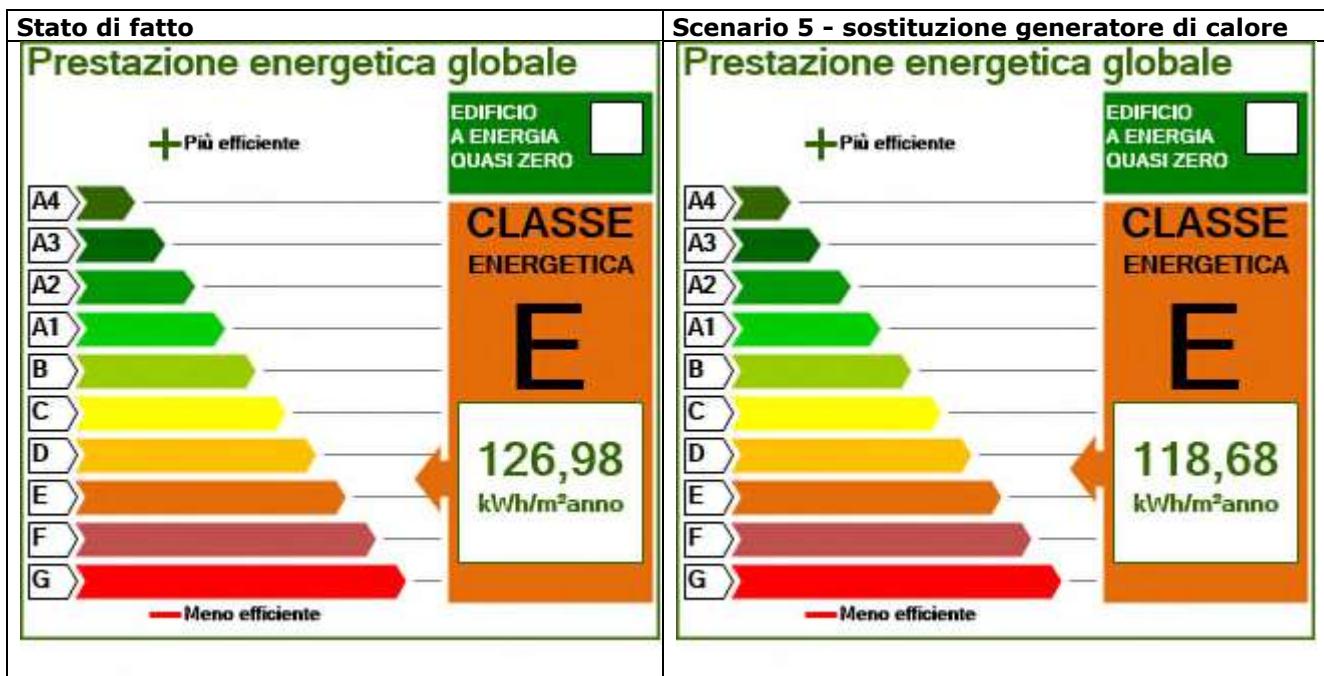
Sintesi scenario 2: riduzione consumi pari a 20,88 kWh/mq·anno, ossia del 16,44%; TRS = 51,6 anni.



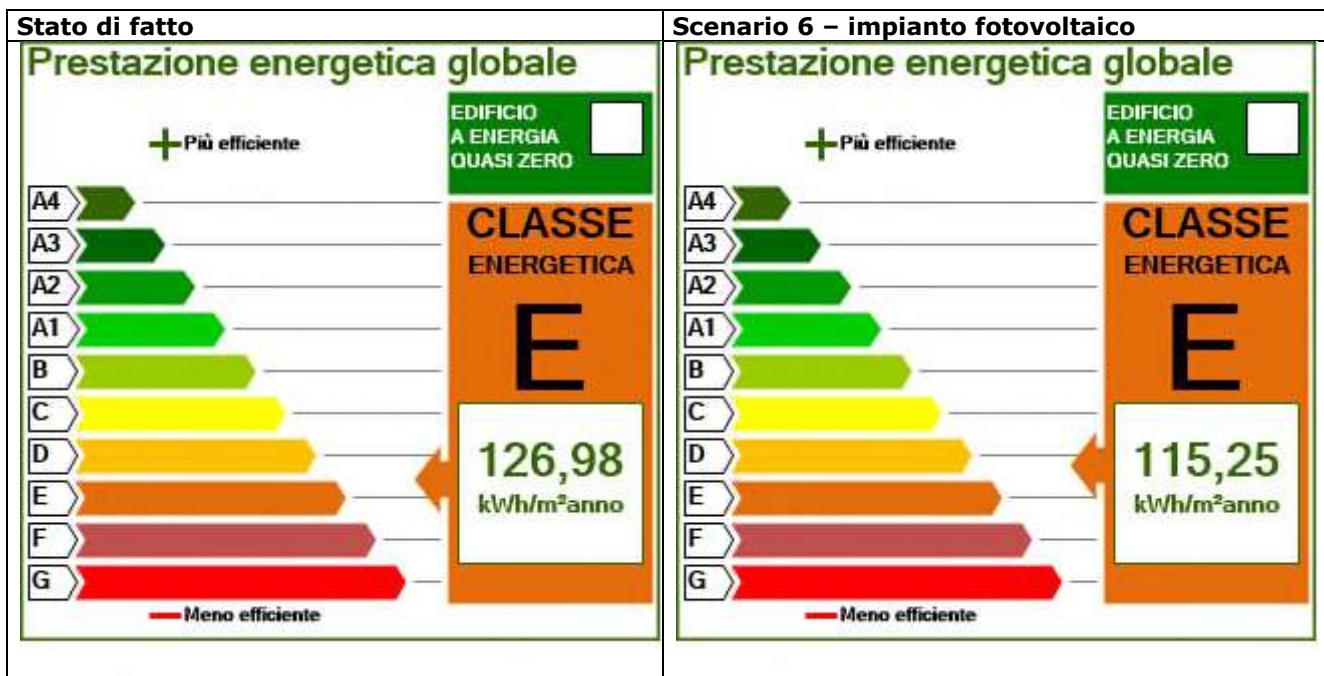
Sintesi scenario 3: riduzione consumi pari a 6,58 kWh/mq·anno, ossia del 5,18%; TRS = 142,3 anni.



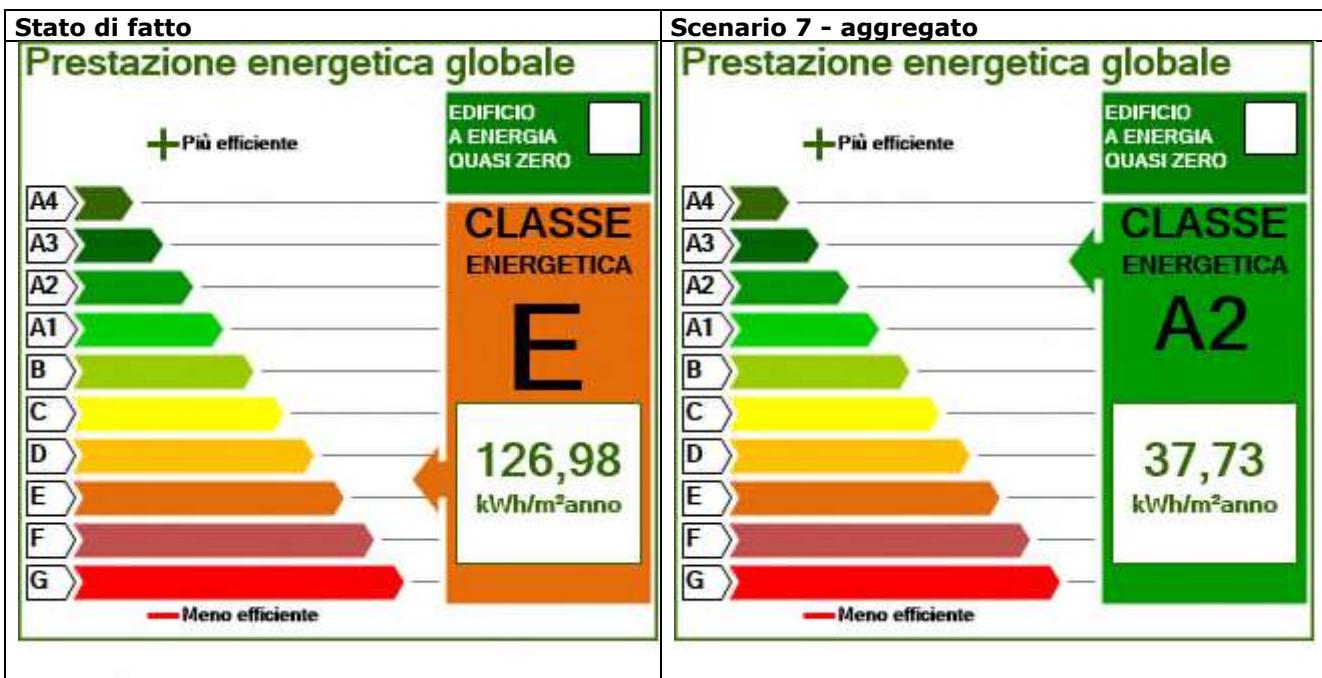
Sintesi scenario 4: riduzione consumi pari a 8,62 kWh/mq·anno, ossia del 6,79%; TRS = 23,1 anni.



Sintesi scenario 5: riduzione consumi pari a 8,30 kWh/mq·anno, ossia del 6,54%; TRS = 41,5 anni.



Sintesi scenario 6: riduzione consumi pari a 11,73 kWh/mq·anno, ossia del 9,24%; TRS = 12,1 anni.



Sintesi scenario 7: riduzione consumi pari a 89,25 kWh/mq·anno, ossia del 70,29%; TRS = 38,7 anni.

Conclusioni per il sistema edificio-impianto “SCUOLA”

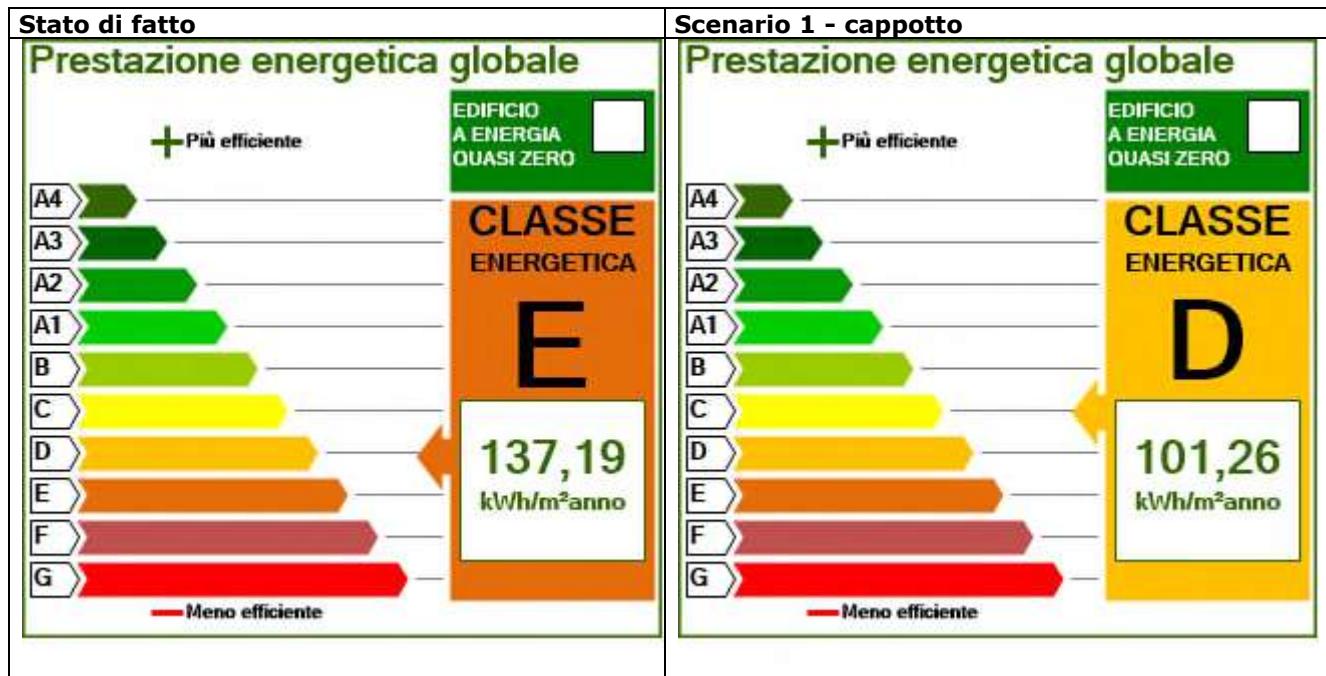
Il parametro TRS non è molto significativo perché l’opera, pur autofinanziandosi nel tempo, verrà sostenuta da finanziamenti pubblici giustificati dal notevole risultato energetico-ambientale ottenibile dall’esecuzione dello scenario 7, per il cui costo si rimanda alla stima dell’intervento riportata nella Relazione Generale D.01; inoltre queste analisi costi-benefici non tengono conto del normale decadimento dello stato di conservazione dei sistemi edificio-impianto, per cui la sostituzione e l’adeguamento di alcuni elementi edili e impiantistici costituiscono comunque delle voci di spesa che a rigore andrebbero portate in detrazione dai costi inseriti nelle analisi economico-finanziarie sviluppate.

Per non “appesantire” il costo complessivo dell’intervento non sono stati inseriti altri interventi comunque meritevoli di successivi approfondimenti, quali ad esempio la sostituzione dei corpi illuminanti esistenti con nuovi corpi LED; il risparmio di energia elettrica tipico di questo intervento è noto, ma essendo la scuola poco utilizzata nelle ore in cui è necessaria l’illuminazione artificiale, tale intervento non è stato considerato sufficientemente conveniente.

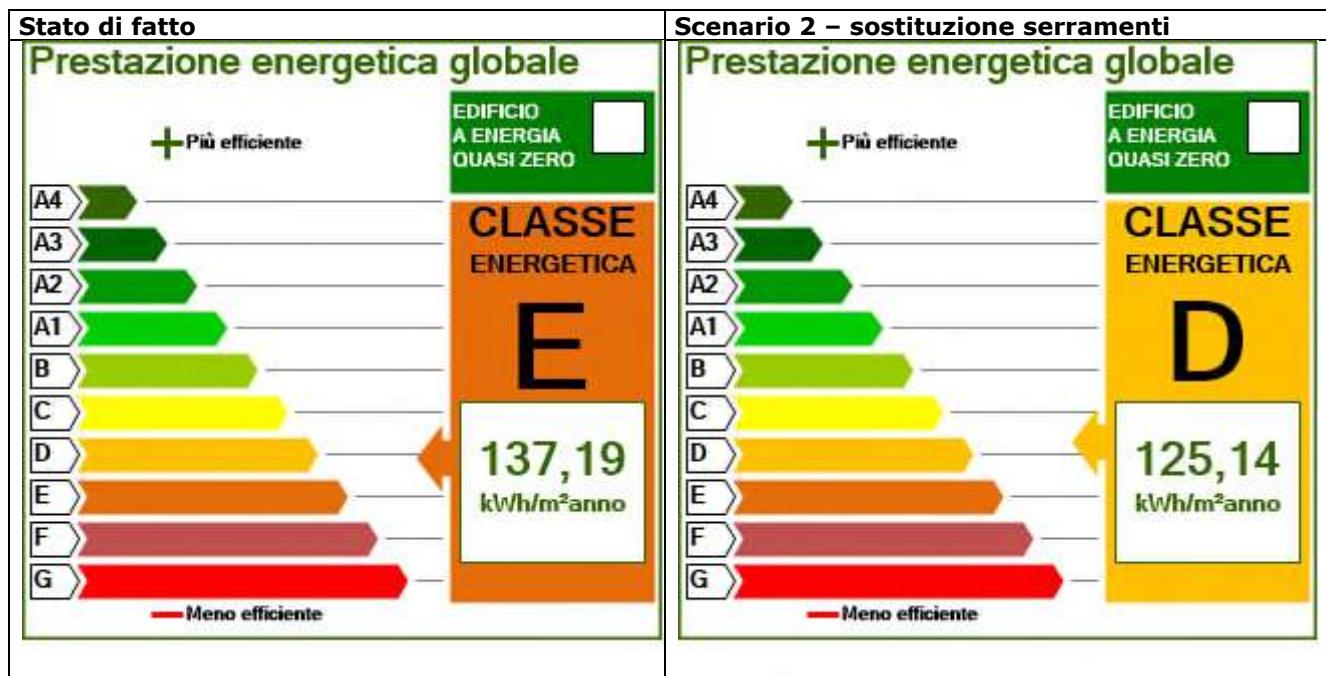
Il risultato ottenibile dall’esecuzione degli interventi previsti dalla scenario aggregato 7 determinerebbe, congiuntamente agli interventi strutturali per l’adeguamento sismico del corpo scuola, una forte rivalutazione dell’immobile, con prestazioni energetiche (classe energetica A2) paragonabili a quelle di una scuola “nuova” realizzata negli ultimi 5 anni.

L’ipotesi di demolire l’edificio esistente e realizzare una nuova scuola di pari volumetria è senz’altro più onerosa, anche alla luce dei requisiti richiesti dalla vigente normativa in materia di contenimento dei consumi energetici, che prevede in questi casi edifici nZEB (nearly Zero Energy Building), il cui costo parametrico di realizzazione è lecito stimare attorno ai 1650 €/mq.

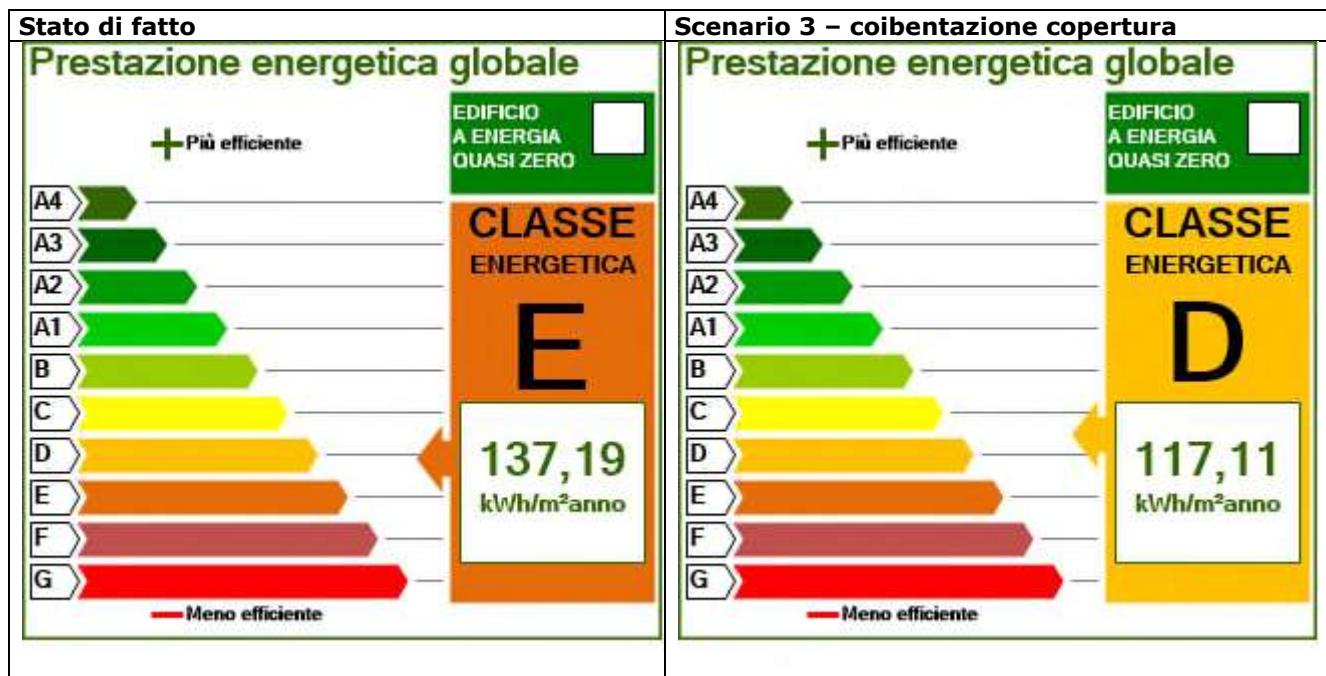
B. Sistema edificio-impianto "PALESTRA-SPOGLIATOI"



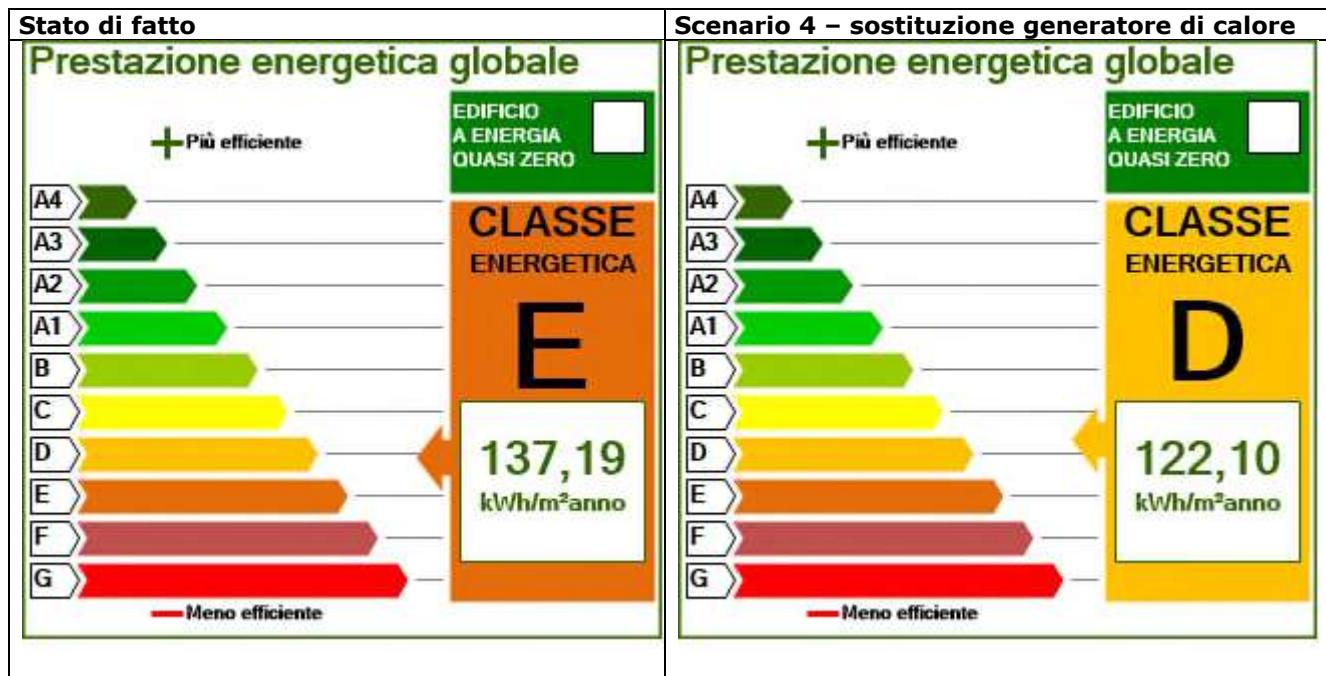
Sintesi scenario 1: riduzione consumi pari a 35,93 kWh/mq·anno, ossia del 26,19%; TRS = 48,7 anni.



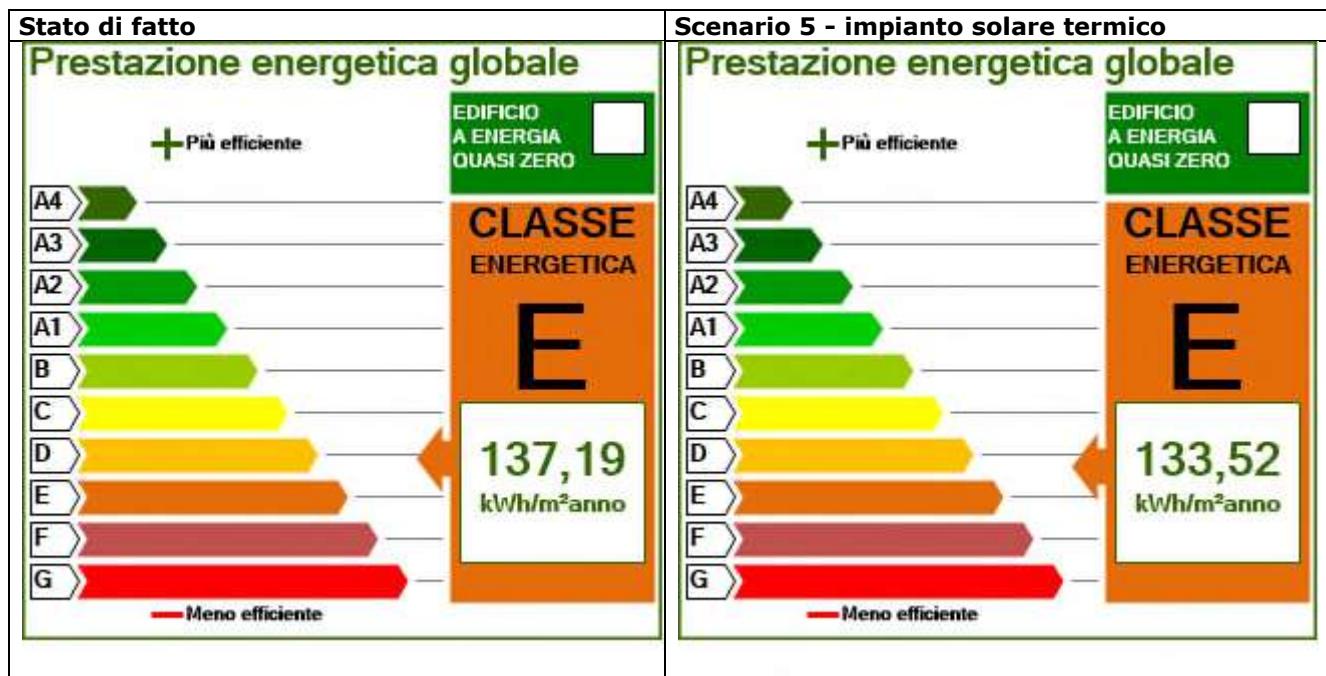
Sintesi scenario 2: riduzione consumi pari a 12,05 kWh/mq·anno, ossia del 8,78%; TRS = 92 anni.



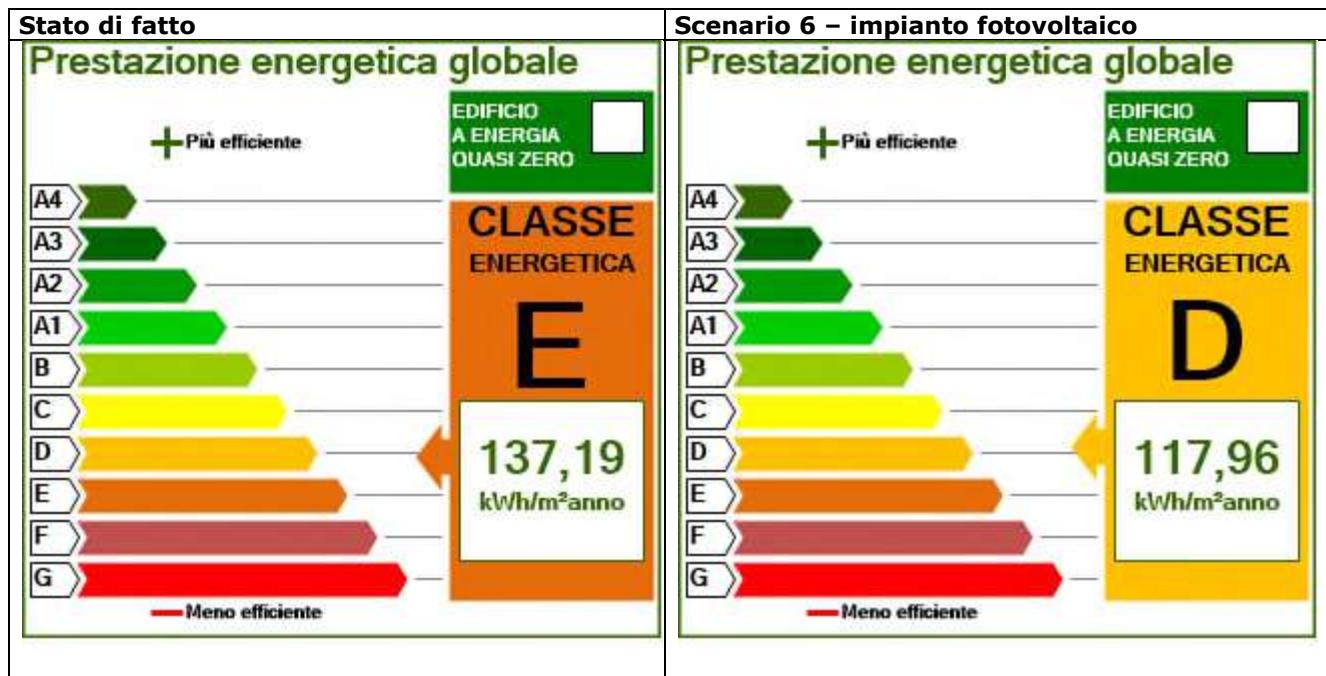
Sintesi scenario 3: riduzione consumi pari a 20,08 kWh/mq·anno, ossia del 14,64%; TRS = 93,2 anni.



Sintesi scenario 4: riduzione consumi pari a 15,09 kWh/mq·anno, ossia del 11,00%; TRS = 22,1 anni.



Sintesi scenario 5: riduzione consumi pari a 3,67 kWh/mq·anno, ossia del 2,68%; TRS = 58,2 anni.



Sintesi scenario 6: riduzione consumi pari a 19,23 kWh/mq·anno, ossia del 14,02%; TRS = 7,3 anni.



Sintesi scenario 7: riduzione consumi pari a 94,63 kWh/mq·anno, ossia del 68,98%; TRS = 48,6 anni.

Conclusioni per il sistema edificio-impianto “SCUOLA”

Il parametro TRS non è molto significativo perché l’opera, pur autofinanziandosi nel tempo, verrà sostenuta da finanziamenti pubblici giustificati dal notevole risultato energetico-ambientale ottenibile dall’esecuzione dello scenario 7, per il cui costo si rimanda alla stima dell’intervento riportata nella Relazione Generale D.01; inoltre queste analisi costi-benefici non tengono conto del normale decadimento dello stato di conservazione dei sistemi edificio-impianto, per cui la sostituzione e l’adeguamento di alcuni elementi edilizi e impiantistici costituiscono comunque delle voci di spesa che a rigore andrebbero portate in detrazione dai costi inseriti nelle analisi economico-finanziarie sviluppate.

Per non “appesantire” il costo complessivo dell’intervento non sono stati inseriti altri interventi comunque meritevoli di successivi approfondimenti, quali ad esempio la sostituzione dei corpi illuminanti esistenti con nuovi corpi LED; il risparmio di energia elettrica tipico di questo intervento è noto, ma essendo la palestra caratterizzata da consumi elettrici contenuti, tale intervento non è stato considerato sufficientemente conveniente.

Il risultato ottenibile dall’esecuzione degli interventi previsti dalla scenario aggregato 7 determinerebbe, congiuntamente agli interventi strutturali per l’adeguamento sismico del corpo palestra-spogliatoi, una forte rivalutazione dell’immobile, con prestazioni energetiche (classe energetica A2) paragonabili a quelle di una palestra “nuova” realizzata negli ultimi 5 anni.

L’ipotesi di demolire l’edificio esistente e realizzare una nuova palestra di pari volumetria è senz’altro più onerosa, anche alla luce dei requisiti richiesti dalla vigente normativa in materia di contenimento dei consumi energetici, che prevede in questi casi edifici nZEB (nearly Zero Energy Building), il cui costo parametrico di realizzazione è lecito stimare attorno ai 1650 €/mq.