

# CONTABILIZZAZIONE E TERMOREGOLAZIONE DEL CALORE

Condominio a Brescia

DIAGNOSI ENERGETICA  
*SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO*



**neWatt** s.r.l.

NEWATT s.r.l.  
Via Padova 11 - 25125 Brescia  
C.F. e P.IVA 03594140984 - Tel. e Fax +39 030 2010990  
[www.newattsrl.it](http://www.newattsrl.it)



## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>Premessa</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Riferimenti normativi</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Dati di progetto</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Caratteristiche strutturali</b> .....	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Caratteristiche impiantistiche</b> .....	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Elaborazione dati</b> .....	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>Risultati di calcoli</b> .....	<b>12</b>
<b>8</b>	<b>Indagine termografica</b> .....	<b>14</b>
<b>9</b>	<b>Criticità rilevate</b> .....	<b>24</b>
<b>10</b>	<b>Interventi di riqualificazione</b> .....	<b>24</b>
10.1	Coibentazione pareti .....	25
10.2	Coibentazione copertura .....	27
10.3	Coibentazione cassonetti .....	29
10.4	Sostituzione serramenti .....	31
10.5	Regolazione ambiente con valvole termostatiche .....	33
10.6	Cumulativo di tutti gli interventi .....	35



## 1 Premessa

La presente relazione di diagnosi energetica si propone di descrivere in dettaglio la situazione energetica del sistema edificio impianto del condominio "Abba III" ubicato in via Tasso n. 5, 7, 9 e via Prima n. 15 Q.re Abba, Brescia (BS).

Lo stabile è amministrato dal geom. Marco Pozza mentre la centrale termica è gestita dalla ditta Manenti Silvio Impianti S.r.l. .

## 2 Riferimenti normativi

La diagnosi energetica è uno strumento operativo che ha visto la sua introduzione già con la Legge 10/91 ed è stato poi ripreso da tutta la seguente normativa di riferimento in materia energetica.

Il D. Lgs. 115/2008 definisce la diagnosi energetica (o audit energetico) come la "...procedura sistematica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di una attività 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...".

Quindi la conoscenza del quadro dei consumi e dei flussi energetici è vista come strumento per la razionalizzazione energetica all'interno di un contesto di analisi costi/benefici delle azioni individuate come opportunità di risparmio energetico. Ad oggi le modalità operative da seguire sono definite anche all'interno della norma UNI CEI/TR 11428:2011 "Gestione dell'energia - Diagnosi energetiche - Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica".

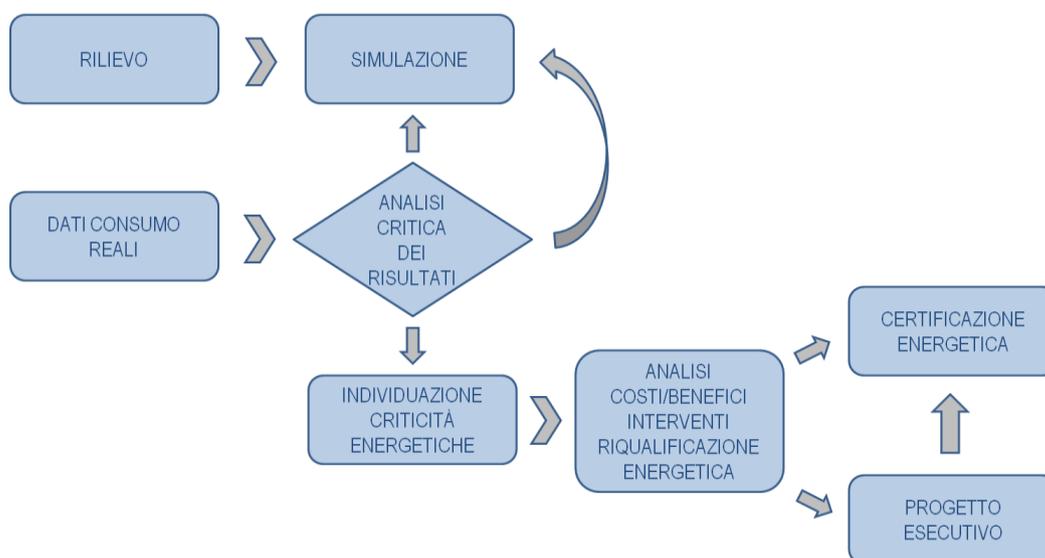
Gli obiettivi a cui deve mirare una diagnosi energetica sono:

- Definire il bilancio energetico dell'edificio
- Individuare gli interventi di riqualificazione tecnologica
- Valutare per ciascun intervento le opportunità tecniche ed economiche
- Ridurre le spese di gestione

La diagnosi energetica è richiesta principalmente nei casi seguenti:

- Come prerequisito in una ristrutturazione con riqualificazione energetica di un sistema edificio impianto
- Nel calcolo della componente fissa di spesa nella contabilizzazione del calore come prescritto dalla norma UNI 10200-2013 e dal DPR 59/09 (e anche dalle delibere Regione Lombardia e Regione Piemonte) per la ripartizione della quota di spesa
- Come prerequisito fondamentale di una successiva certificazione energetica

Il seguente schema di flusso mostra le modalità operative da seguire nell'esecuzione di una corretta attività di diagnosi, partendo dal rilievo dello stato di fatto in essere per giungere poi all'individuazione delle migliori azioni di riqualificazione proponibili.



### 3 Dati di progetto

L'edificio risulta ubicato a Brescia. Qui di seguito si riportano i principali dati di base utilizzati nella redazione della modellizzazione del sistema edificio impianto all'interno del software di calcolo utilizzato.

Dati di base	
Coordinate geografiche	45°32'N - 10°12'E
Altezza sul livello del mare	149 m
Zona climatica	E
Durata inverno	183 giorni
Gradi giorno	2.410
Temperatura esterna di progetto invernale	-7°C
Temperatura interna di progetto invernale	20°C
Ore giorno di utilizzazione	14
Giorni settimana di utilizzazione	7

## 4 Caratteristiche strutturali

Il condominio è costituito da due fabbricati distinti.



Il complesso "Abba III" è composto da due corpi di fabbrica separati caratterizzati da quattro piani residenziali fuori terra ed un seminterrato in cui sono ubicate le cantine, i garage ed il locale seminterrato. L'edificio A si trova in via Tasso n. 5-7-9 e via Prima n. 7 ed è composto da 40 unità immobiliari a cui si accede da tre vani scale non riscaldati. L'edificio B è disposto lungo l'asse Nord-Est Sud-Ovest. L'edificio B si trova in via Prima n. 15 ed è composto da 18 unità immobiliari a cui si accede da un vano scala non riscaldato. La forma, rettangolare, è collegata all'edificio A tramite un negozio al piano terra lungo l'asse Nord-Ovest Sud-Est.

La struttura è in cemento armato con solai in laterocemento, le pareti perimetrali sono in laterizio di spessori diversi. Sulla base del rilievo in campo, della documentazione disponibile e data l'epoca di costruzione dell'edificio si è ipotizzata una tecnologia costruttiva del tipo muratura in laterizio con intercapedine non isolata. In alcuni alloggi sono stati fatti degli interventi di isolamento di alcune pareti verso l'esterno o mediante la realizzazione di un cappotto isolante interno oppure mediante insufflaggio nell'intercapedine d'aria di materiale isolante. Il soffitti ed i pavimenti verso l'esterno, gli spazi non riscaldati e l'interrato non sono isolati. La copertura è in laterocemento e dalle informazioni in nostro possesso non risulta essere isolata.

I serramenti sono di vari materiali, epoche e caratteristiche tecniche. La tipologia prevalente è quella originale in legno con vetro singolo. Alcuni serramenti sono stati sostituiti autonomamente dai proprietari, quindi si rilevano anche serramenti in legno, metallo o PVC con vetrocamera ed altri di recente installazione e in molti alloggi sono installate doppie finestre. Le schermature esterne sono costituite da tapparelle ed i cassonetti sono non isolati.

Qui di seguito sono riportate alcune immagini relative a quanto appena descritto.



vista esterni edificio A ingresso via Tasso 5



vista esterni edificio A via Tasso 5/7- lato sud-est



vista esterni edificio A ingresso via Tasso 7 lato sud-est



vista esterni edificio A ingresso via Tasso 9



vista esterni edificio A e B lato nord-ovest



vista esterni edificio B ingresso via Prima 15



La seguente tabella riporta i principali parametri geometrici influenti ai fini dei calcoli energetici oggetto della presente trattazione:

Parametri geometrici	
Superficie netta riscaldata	4.460 mq
Volume lordo riscaldato	16.868 mc
Superficie disperdente	7.511 mq
Coefficiente di forma S/V	0,45
Superficie complessiva serramenti	587 mq
Superficie disperdente complessiva pareti verticali	5.032 mq
Superficie disperdente complessiva copertura	1.022 mq

Qui di seguito sono riportate le schede delle principali strutture disperdenti presenti così come rilevate in sede di sopralluogo e modellizzate all'interno del software utilizzato per i calcoli.

*Caratteristiche termiche dei componenti opachi dell'involucro edilizio*

Cod.	Descrizione	Trasmittanza energia [W/m <sup>2</sup> K]
M1	MURATURA EXT 40 cm	0,796
M2	MURATURA EXT 40 cm	1,034
M3	MURATURA EXT 35 cm	0,906
M4	PORTA INGRESSO SEMPLICE	1,620
M5	PORTA INGRESSO BLINDATA	0,715
M6	PORTA INGRESSO BLINDATA	2,662
M7	SOTTOFINESTRA 10 cm	2,424
M8	SOTTOFINESTRA 15 cm	1,933
M9	SOTTOFINESTRA 20 cm	1,483
M10	SOTTOFINESTRA 25 cm	1,211
M11	SOTTOFINESTRA 30 cm	1,023
M12	MURATURA SU VANO SCALA 30 cm	0,978
M13	MURATURA EXT CAMERA CALVI 45 cm	0,515
M14	MURATURA EXT CALVI 40 cm	0,609
M15	MURATURA EXT ALIOTTA 35 cm	0,606
P1	SOLETTA SU LOCALE NON RISCALDATO 30 cm	1,033
P2	SOLETTA INTERPIANO 30 cm	1,033
P3	SOLETTA SU ESTERNO 30 cm	1,153
P4	SOLETTA INTERPIANO 30 cm cartongesso	0,801
S1	SOFFITTO SOTTOTETTO	1,263
S2	SOFFITTO INTERPIANO 30 cm	1,216
S3	SOFFITTO INTERPIANO 30 cm cartongesso ALIOTTA	0,959



Caratteristiche termiche dei componenti finestrati  
(intesi come insieme di serramento ed eventuali cassonetto e sottofinestra)

Cod.	Descrizione	Trasmittanza infisso $U_w$ [W/m <sup>2</sup> K]
W1	Serramento 150x240 CALVI	1,898
W2	Serramento 80x150 CALVI	1,841
W3	Serramento 120x150 CALVI	1,798
W101	Serramento 150x240 LS	3,251
W103	Serramento 150x240 LS	3,193
W105	Serramento 150x240 LS	3,211
W106	Serramento 120x240 LS	3,168
W108	Serramento 80x150 LS	2,595
W109	Serramento 80x150 LS	2,444
W110	Serramento 80x150 LS	2,709
W113	Serramento 80x150 LS	2,784
W114	Serramento 120x150 LS	2,661
W115	Serramento 120x150 LS	2,567
W116	Serramento 150x150 LS	2,521
W120	Serramento 80x240 LS	3,168
W121	Serramento 80x240 LS	3,187
W123	Serramento 150x150 LS	2,623
W126	Serramento 80x150 LS	2,902
W127	Serramento 80x150 LS	2,595
W130	Serramento 120x150 LS	2,969
W131	Serramento 120x150 LS	2,706
W132	Serramento 150x150 LS	2,660
W135	Serramento 80x150 LS	2,841
W201	Serramento 150x240 LD	2,658
W202	Serramento 150x240 LD	2,536
W203	Serramento 150x240 LD	2,610
W204	Serramento 150x240 LD	2,586
W205	Serramento 150x240 LD	2,545
W206	Serramento 120x240 LD	2,547
W207	Serramento 120x240 LD	2,549
W208	Serramento 80x150 LD	2,274
W209	Serramento 80x150 LD	2,123
W210	Serramento 80x150 LD	2,309
W211	Serramento 80x150 LD	2,230
W212	Serramento 80x150 LD	2,401
W214	Serramento 120x150 LD	2,269
W215	Serramento 120x150 LD	2,160
W216	Serramento 150x150 LD	2,174
W219	Serramento 150x150 LD	2,191
W220	Serramento 80x240 LD	2,522
W223	Serramento 80x150 LD	2,201



<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Trasmittanza infisso U<sub>w</sub> [W/m<sup>2</sup>K]</b>
W226	Serramento 80x150 LD	2,582
W228	Serramento 80x150 LD	2,611
W229	Serramento 80x150 LD	2,443
W230	Serramento 120x150 LD	2,577
W231	Serramento 120x150 LD	2,299
W232	Serramento 150x150 LD	2,313
W234	Serramento 150x150 LD	2,321
W301	Serramento 150x240 PD	2,582
W302	Serramento 150x240 PD	2,448
W303	Serramento 150x240 PD	2,536
W304	Serramento 150x240 PD	2,499
W305	Serramento 150x240 PD	2,461
W308	Serramento 80x150 PD	2,234
W309	Serramento 80x150 PD	2,084
W310	Serramento 80x150 PD	2,261
W314	Serramento 120x150 PD	2,221
W317	Serramento 150x150 PD	2,251
W318	Serramento 150x150 PD	2,216
W320	Serramento 80x240 PD	2,444
W323	Serramento 80x150 PD	2,151
W324	Serramento 150x240 PD	2,771
W325	Serramento 120x240 PD	2,758
W326	Serramento 80x150 PD	2,542
W330	Serramento 120x150 PD	2,529
W333	Serramento 150x150 PD	2,524
W335	Serramento 80x150 PD	2,369
W401	Serramento 150x240 MS	3,524
W501	Serramento 150x240 MD	2,793
W502	Serramento 150x240 MD	2,631
W503	Serramento 150x240 MD	2,743
W505	Serramento 150x240 MD	2,654
W506	Serramento 120x240 MD	2,673
W507	Serramento 120x240 MD	2,672
W508	Serramento 80x150 MD	2,376
W509	Serramento 80x150 MD	2,225
W510	Serramento 80x150 MD	2,381
W514	Serramento 120x150 MD	2,347
W515	Serramento 120x150 MD	2,241
W516	Serramento 150x150 MD	2,275
W522	Serramento 80x150 MD	2,404
W523	Serramento 80x150 MD	2,277
W526	Serramento 80x150 MD	2,684
W527	Serramento 80x150 MD	2,376



<b>Cod.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Trasmittanza infisso <math>U_w</math> [W/m<sup>2</sup>K]</b>
<b>W528</b>	<b>Serramento 80x150 MD</b>	<b>2,683</b>
<b>W530</b>	<b>Serramento 120x150 MD</b>	<b>2,655</b>
<b>W531</b>	<b>Serramento 120x150 MD</b>	<b>2,380</b>
<b>W532</b>	<b>Serramento 150x150 MD</b>	<b>2,414</b>
<b>W535</b>	<b>Serramento 80x150 MD</b>	<b>2,495</b>

## 5 Caratteristiche impiantistiche

L'energia termica richiesta dall'edificio è fornita da una sottocentrale collegata al teleriscaldamento cittadino. In particolare, l'impianto di riscaldamento è servito da uno scambiatore a piastre, marca ALFA LAVAL modello M6M FG 41 MHE dalla potenzialità di 410 kWt. La circolazione del fluido termovettore viene demandata a n°1 pompa di circolazione gemellare a portata costante marca DAB modello KLM 80-600 T. La regolazione climatica del circuito di riscaldamento è effettuata direttamente dalla valvola di regolazione del primario di alimentazione dello scambiatore stesso. Il servocomando della valvola è gestito tramite sonda esterna e centralina di regolazione marca LANDIS & GYR, modello RVL 41.10.

Le unità terminali in ambiente sono radiatori allo stato del rilievo privi di le valvole termostatiche per la regolazione della temperatura degli ambienti e dei ripartitori per la contabilizzazione dell'energia termica.

L'acqua calda sanitaria è prodotta autonomamente nel singolo alloggio tramite bollitori.

Qui di seguito sono riportate alcune immagini relative a quanto appena descritto.



scambiatore riscaldamento



valvola a due vie su primario teleriscaldamento



pompa di circolazione gemellare



centralina di regolazione



radiatore esistente



boiler elettrico per produzione acs



## 6 Elaborazione dati

Il software di calcolo utilizzato nella redazione della modellizzazione energetica è EC700, prodotto dalla Edilclima S.r.l. e certificato CTI per le norme UNI TS 11300, che consente di eseguire i calcoli di:

- potenza invernale, per il dimensionamento dell'impianto di riscaldamento e la corretta valutazione dei rendimenti, secondo norma UNI EN 12831
- energia utile invernale ed estiva secondo UNI/TS 11300-1, per la caratterizzazione dell'involucro edilizio
- energia primaria per il riscaldamento considerando l'eventuale contributo da fonti rinnovabili secondo UNI/TS 11300-2 e UNI/TS 11300-4

## 7 Risultati di calcoli

Il calcolo dei parametri energetici del sistema edificio impianto è stato eseguito in due fasi:

- Modellizzazione software:

In questa prima fase, attraverso i dati strutturali e volumetrici raccolti in sopralluogo, si è proceduto alla ricostruzione a livello software del sistema edificio-impianto oggetto di analisi quantificando tutte le superfici disperdenti che delimitano il volume riscaldato e modellizzando l'impianto termico a servizio del sistema sulla base di tutti i parametri rilevati

- Analisi di sensibilità e calcolo dei risultati:

Nella seconda fase, una volta "costruito" il sistema a livello software, inserendo man mano i dati riguardanti le modalità di esercizio effettivo della struttura, è stato possibile stimare un consumo annuo di energia, in termini di fabbisogno energetico primario per quanto riguarda il riscaldamento ambienti. Il confronto dei risultati di fabbisogno di energia termica con i dati storici degli ultimi anni ha consentito infine l'affinamento dei valori ottenuti.

Qui di seguito si riportano i principali risultati di calcolo, estrapolati direttamente dal software utilizzato.

**RISULTATI DI CALCOLO MENSILI****Risultati mensili servizio riscaldamento***Dettagli generatore: 1 - Teleriscaldamento*

Mese	gg	$Q_{H,gn,out}$ [kWh]	$Q_{H,gn,in}$ [kWh]	$\eta_{H,gn}$ [%]	Combustibile [kWh]	FC [-]
gennaio	31	130528	132546	123,1	132546	0,676
febbraio	28	93859	95484	122,9	95484	0,584
marzo	31	56619	58305	121,4	58305	0,318
aprile	15	12501	13271	117,7	13271	0,145
maggio	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-
ottobre	17	17365	18231	119,1	18231	0,178
novembre	30	75072	76735	122,3	76735	0,436
dicembre	31	115914	117737	123,1	117737	0,648

Legenda simboli

gg	Giorni compresi nel periodo di calcolo per riscaldamento
$Q_{H,gn,out}$	Energia termica fornita dal generatore per riscaldamento
$Q_{H,gn,in}$	Energia termica in ingresso al generatore per riscaldamento
$\eta_{H,gn}$	Rendimento mensile del generatore
Combustibile	Consumo mensile di combustibile
FC	Fattore di carico

*Fabbisogno di energia primaria*

Mese	gg	$Q_{H,gn,in}$ [kWh]	$Q_{H,aux}$ [kWh]	$Q_{PH}$ [kWh]
gennaio	31	132546	233	106543
febbraio	28	95484	167	76751
marzo	31	58305	101	46863
aprile	15	13271	22	10665
maggio	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-
ottobre	17	17	18231	31
novembre	30	30	76735	134
dicembre	31	31	117737	207
<b>TOTALI</b>	<b>183</b>	<b>183</b>	<b>512309</b>	<b>894</b>

Legenda simboli

gg	Giorni compresi nel periodo di calcolo per riscaldamento
$Q_{H,gn,in}$	Energia termica totale in ingresso al sottosistema di generazione per riscaldamento
$Q_{H,aux}$	Fabbisogno elettrico totale per riscaldamento
$Q_{pH}$	Fabbisogno di energia primaria per riscaldamento

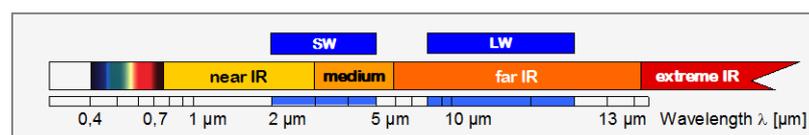
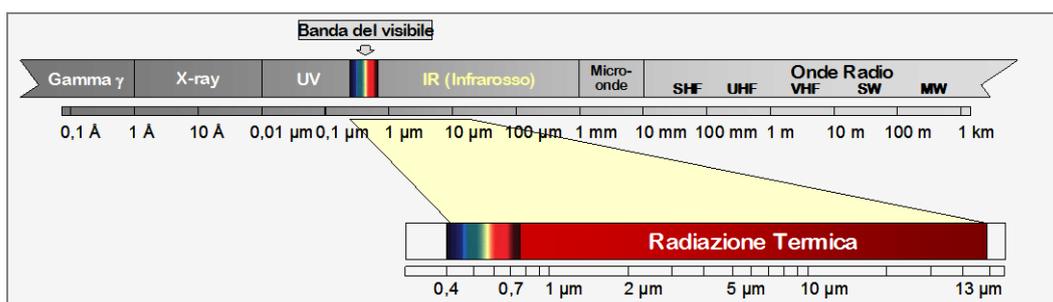
**RISULTATI DI CALCOLO STAGIONALI****Servizio riscaldamento**

Fabbisogno di energia utile annuale (funzionamento continuato 24h al giorno)	$Q_{H,sys,ndH}$	<b>380.168</b>	kWh/anno
Fabbisogno di energia utile annuale (funzionamento reale con attenuazione)	$Q'H$	<b>355.291</b>	kWh/anno
Fabbisogno di energia primaria annuale	$Q_{pH}$	<b>411.792</b>	
Rendimento globale medio stagionale	$\eta_{H,g}$	<b>92,3</b>	%
Consumo annuo di Teleriscaldamento		<b>512.309</b>	kWh
Consumo annuo di Energia elettrica		<b>894</b>	kWhe

Si precisa che il servizio riscaldamento è calcolato con una temperatura di 20°C in ciascun locale e con gli orari effettivi di funzionamento.

**8 Indagine termografica**

Tutti gli oggetti aventi una temperatura al di sopra dello zero assoluto (-273,15 °C) emettono radiazioni infrarosse; queste radiazioni, invisibili per l'occhio umano, vengono rilevate dalla termocamera che le rielabora e le presenta su schermo in una forma visibile.



Le termocamere in realtà non misurano direttamente la temperatura, ma l'intensità della radiazione infrarossa emessa da un corpo. Quest'ultima dipende dalle caratteristiche del corpo stesso e, indirettamente,



dalla temperatura in cui si trova; in effetti, la legge di Stefan-Boltzmann precisa che l'intensità della radiazione infrarossa dipende dalla quarta potenza della temperatura.

Pertanto, pur calibrando con la massima accuratezza la termocamera, la precisione assoluta della misura non potrà essere superiore all'entità dell'accuratezza registrata dal sensore che difficilmente scende al di sotto del grado e variabile da un corpo ad un altro in funzione della sua emissività. Tarando la macchina per un certo valore di emissività la lettura che se ne ricava può essere interpretata come un dato abbastanza approssimato alla realtà.

Nell'interpretare un'immagine termografica bisogna inoltre tenere presente che, per effetto del principio richiamato prima, la misura rilevata potrebbe riferirsi non tanto all'emissione del corpo esaminato ma, in funzione della capacità riflettente della sua superficie, all'energia riflessa dall'ambiente che lo circonda. I principi sono i seguenti:

- Maggiore è l'emissività, più reale è la lettura della temperatura dell'oggetto da parte della termocamera
- Minore è l'emissività e più la lettura si riferisce all'energia riflessa dall'ambiente circostante

Nell'esaminare le relazioni fotografiche allegate alla presente bisogna pertanto tenere conto di quanto brevemente illustrato precedentemente per non incappare in clamorosi errori di valutazione della temperatura evidenziata dai colori.

L'analisi pertanto, più che valori esatti delle temperatura superficiale delle pareti, tende a mettere in evidenza gradienti termici che si evidenziano in particolari situazioni geometriche ove si determina una concentrazione del flusso termico uscente. Tali situazioni locali vengono tecnicamente denominate "ponti termici" e sono generalmente la causa della locale riduzione superficiale della temperatura dell'elemento interno indagato.

La seguente documentazione fotografica mostra porzioni di edificio sia nella vista normale sia nella vista ad infrarossi rendendo possibile l'immediato confronto con conseguenti valutazioni.

Le zone più disperdenti risultano essere i serramenti, i sottofinestra, le strutture portanti (travi e pilastri) e i nodi che vengono a crearsi con gli aggetti esterni (balconi).



Misurazioni		°C
Sp1	5,0	

Parametri	
Emissività	0.95
Temp. rifl.	20 °C

28/11/2014 10:26:33



FLIR1243.jpg

FLIR E5

63908150

28/11/2014 10:26:33



FLIR1243.jpg

FLIR E5

63908150



Misurazioni		°C
Sp1	4,8	
Parametri		
Emissività	0.95	
Temp. rif.	20 °C	

28/11/2014 11:32:47



28/11/2014 11:32:47





Misurazioni		°C
Sp1	5,3	

Parametri	
Emissività	0,95
Temp. rifl.	20 °C

28/11/2014 11:31:06



28/11/2014 11:31:06





Misurazioni		°C
Sp1	5,2	

Parametri	
Emissività	0.95
Temp. rifl.	20 °C

26/11/2014 11:30:33



26/11/2014 11:30:33





Misurazioni		°C
Sp1	6,5	

Parametri	
Emissività	0.95
Temp. rifl.	20 °C





Misurazioni		°C
Sp1	7,8	

Parametri	
Emissività	0.95
Temp. rifl.	20 °C

26/11/2014 11:29:06



26/11/2014 11:29:06





Misurazioni		°C
Sp1	9,9	

Parametri	
Emissività	0,95
Temp. rifl.	20 °C





Misurazioni		°C
Sp1	9,1	
Parametri		
Emissività	0.95	
Temp. rifl.	20 °C	

26/11/2014 11:26:17



26/11/2014 11:26:17





## 9 Criticità rilevate

Sulla base di quanto esposto nelle pagine precedenti, redatto in funzione dei sopralluoghi effettuati e delle successive analisi energetiche, si riportano qui di seguito le principali criticità rilevate sul sistema edificio impianto:

- I tamponamenti della struttura sia opachi sia finestrati appaiono non più in linea con le attuali tecnologie, comportando elevati fabbisogni sia di potenza sia di energia termica;
- Mancanza di regolazione locale per locale.

## 10 Interventi di riqualificazione

Sulla base di quanto sopra, qui di seguito si riportano i principali interventi di riqualificazione proponibili sul sistema edificio impianto oggetto di diagnosi.

Per ogni intervento verranno indicati tanto i benefici a livello energetico conseguibili tanto le riduzioni economiche della bolletta annua al fine di quantificare i tempi di rientro ottenibili in confronto all'importo budgettario dell'intervento. Gli interventi qui proposti sono i soli che, da una prima analisi di sensibilità, sono stati individuati come i più idonei per la realtà in esame alla luce dei tempi di rientro ottenibili.

Il costo dell'energia è stato imposto pari a 0,094 €/kWh (escluso di IVA) sulla base dello storico delle bollette del 2010/2011, 2012/2013 e 2013/2014.

Gli interventi previsti sono i seguenti:

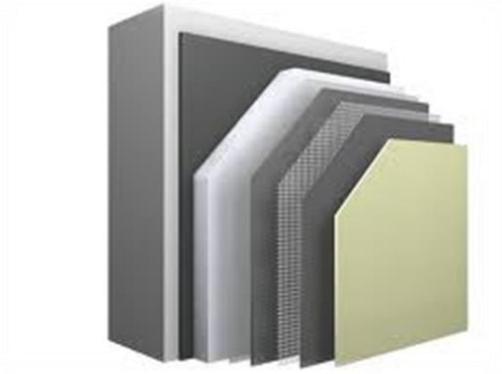
- Coibentazione pareti
- Coibentazione sottotetto
- Coibentazione cassonetti
- Sostituzione serramenti
- Installazione termostatiche

Qui di seguito sono riportati i principali aspetti dei singoli interventi.

### 10.1 Coibentazione pareti

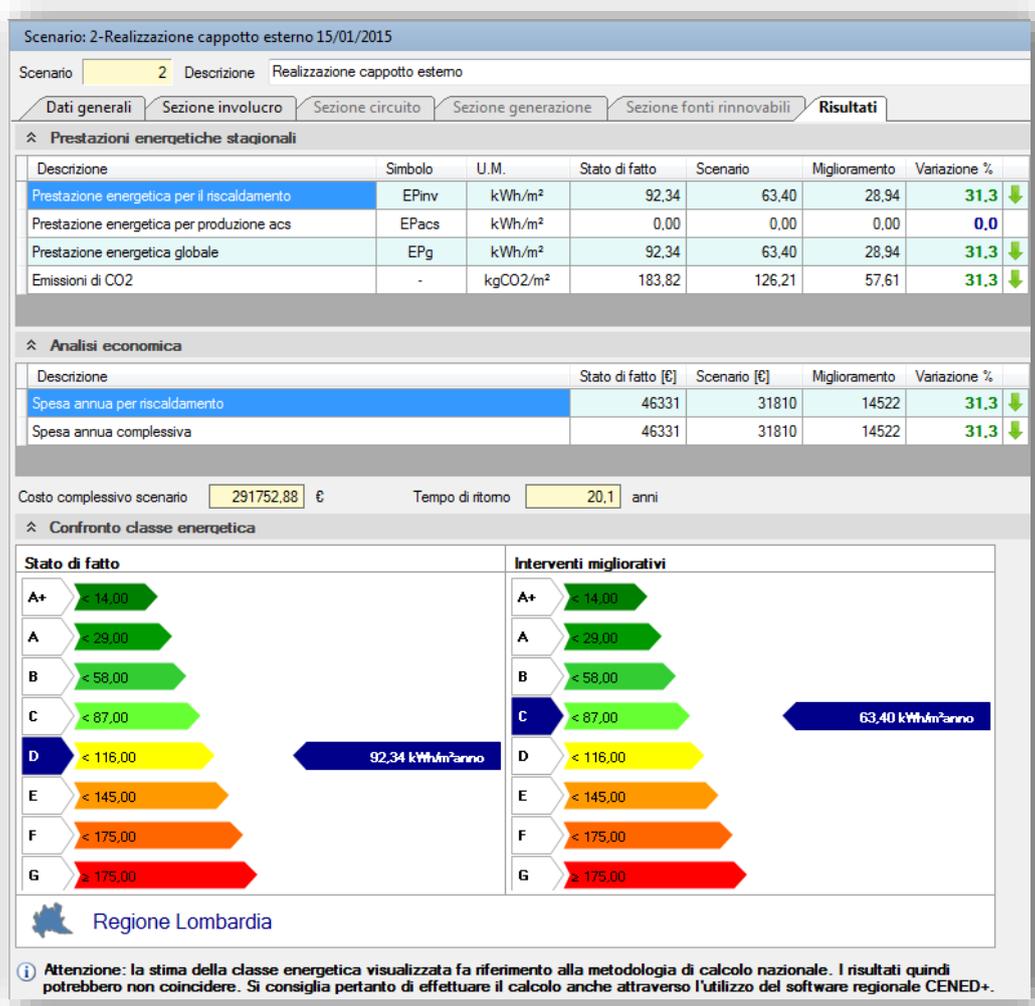
In fase di sopralluogo si è rilevata la presenza di una muratura in laterizio priva di isolamento, quindi senza particolare potere isolante. Di conseguenza, si propone la realizzazione di un cappotto esterno che permetta di abbassare la trasmittanza fin sotto i limiti di legge al fine di beneficiare, oltre che delle conseguenti riduzioni di fabbisogno energetico, anche delle eventuali agevolazioni fiscali.

L'intervento prevede l'installazione di un cappotto esterno in EPS da **12 cm** al fine di garantire una trasmittanza finale inferiore ai limiti richiesti per l'accesso alle detrazioni in materia di risparmio energetico.



Il **risparmio** atteso per il riscaldamento è oltre al **31,3%** conseguibile grazie alla sensibile minor richiesta termica di tutto l'edificio. Il costo budgettario dell'intervento è di circa **291.800 €** a cui corrisponde, in funzione del risparmio economico ottenibile, un tempo di rientro dell'investimento di circa 20,1 anni (non considerando le eventuali agevolazioni fiscali attualmente in essere).

Qui di seguito è mostrata la schermata del software riepilogativa dell'intervento proposto.



È evidente che se si decidesse di eseguire il solo intervento in oggetto la classe energetica dell'edificio passerebbe da una classe **D** ad una classe **C**.



## 10.2 Coibentazione copertura

Questo intervento è stato introdotto al fine di ridurre le differenze di fabbisogno termico tra le unità posizionate all'ultimo piano (inevitabilmente più sfavorite) e quelle posizionate ai piani inferiori.

Si prevede l'installazione di un isolamento in fibra di cellulosa di spessore di circa 15/20 cm: si tratta di un materiale isolante naturale, prodotto riciclando carta di giornali di alta qualità (selezionati secondo una severa normativa) che dopo un'adeguata ed accurata lavorazione meccanica assicura la massima coibenza ( $\lambda = 0,040 \text{ W/mq}^\circ\text{C}$ ) e resistenza al fuoco (Classe M1).

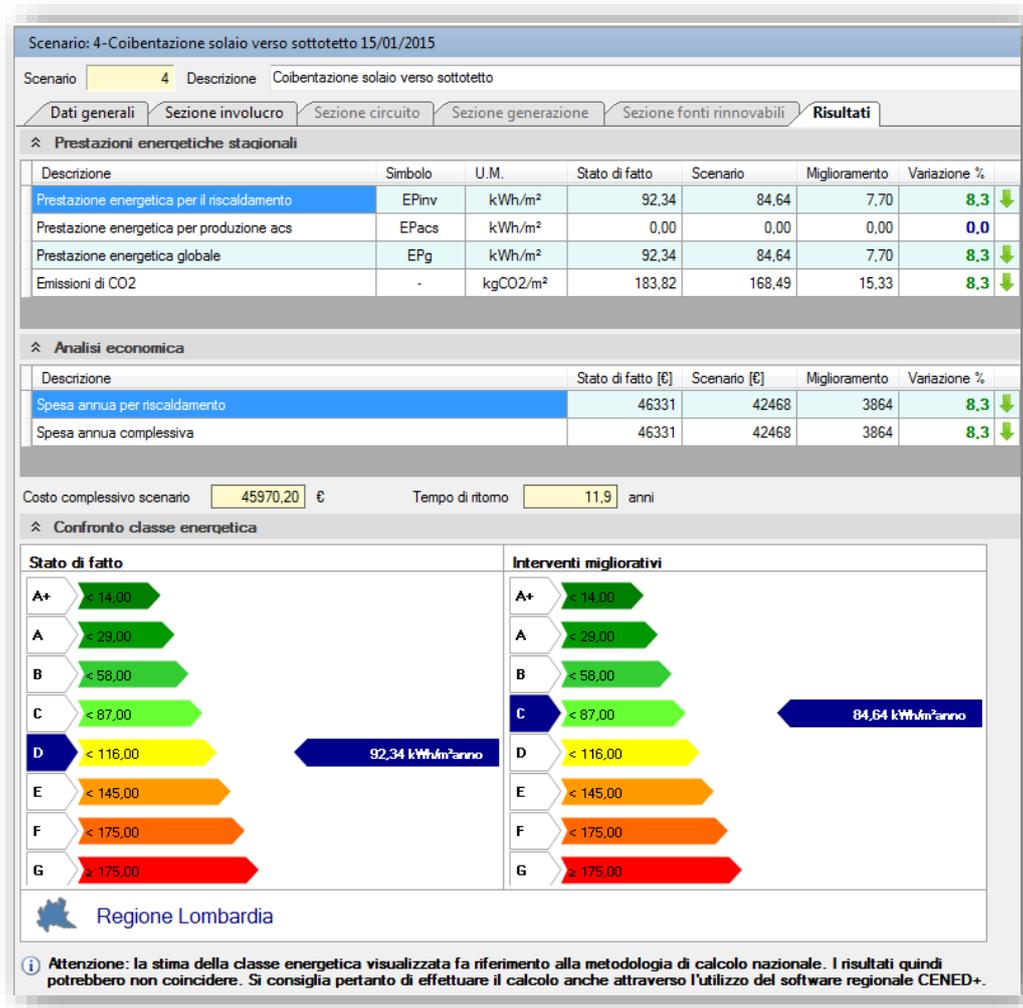
Si fa notare che la scelta è ricaduta su questa tecnologia in quanto l'applicazione del prodotto mediante insufflaggio garantisce di raggiungere tutti i punti.

L'intervento risulta poi compatibile con l'accesso alle detrazioni in materia di risparmio energetico.



Il **risparmio** atteso per il riscaldamento è di circa **8,3%** conseguibile grazie alla minor richiesta termica di tutto l'ultimo piano confinante con il sottotetto. Il costo budgettario dell'intervento è di **46.000 €** a cui corrisponde, in funzione del risparmio economico ottenibile, un tempo di rientro dell'investimento di circa 12 anni (non considerando le eventuali agevolazioni fiscali attualmente in essere).

Qui di seguito è mostrata la schermata del software riepilogativa dell'intervento proposto.



È evidente che se si decidesse di eseguire il solo intervento in oggetto la classe energetica dell'edificio passerebbe da una classe **D** ad una classe **C**.

### 10.3 Coibentazione cassonetti

Dalle analisi emerse in fase di diagnosi è stato verificato come l'edificio in esame disperda un notevole quantitativo di calore attraverso i cassonetti non isolati che ospitano gli avvolgibili dei serramenti.

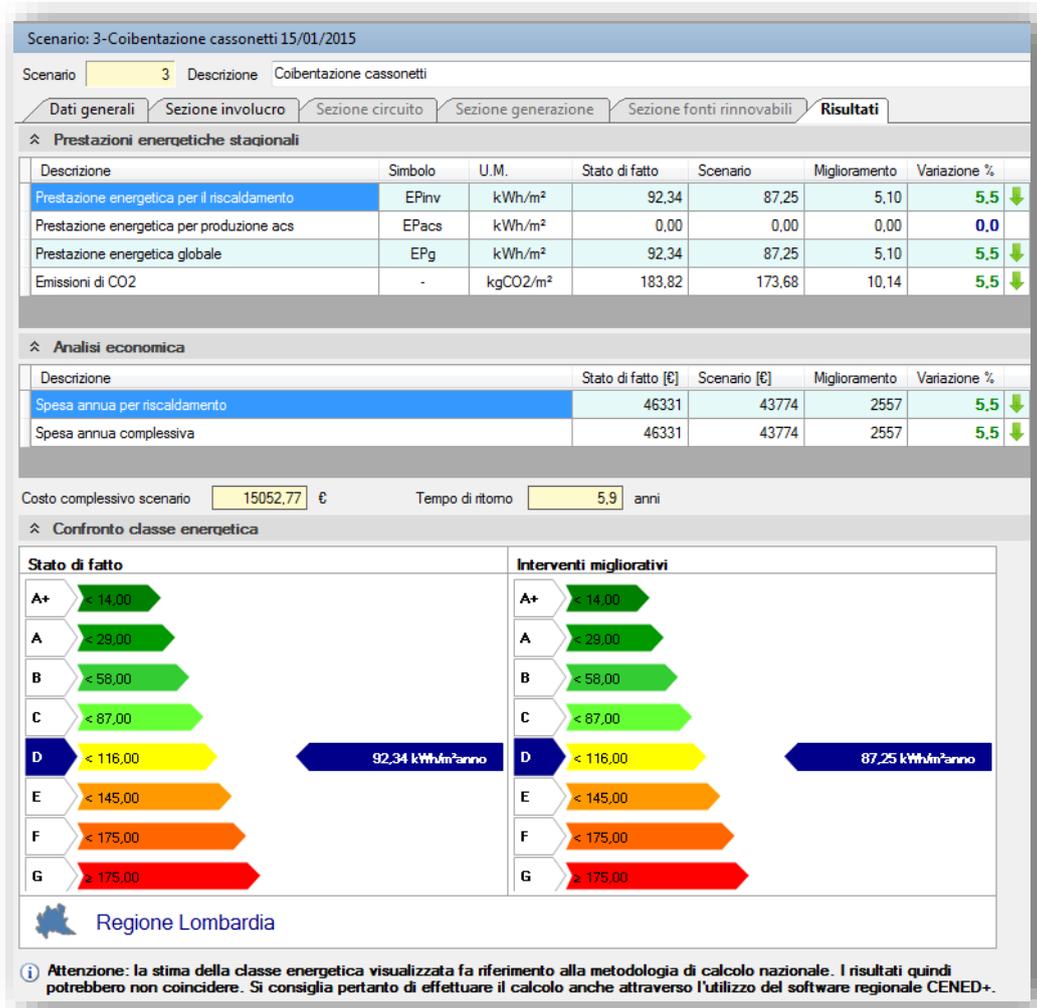
Si propone l'applicazione di uno strato coibente che permetta di abbassare la trasmittanza fin sotto i limiti di legge al fine di beneficiare, oltre che delle conseguenti riduzioni di fabbisogno energetico, anche delle eventuali agevolazioni fiscali.

Le scelte in fatto di materiale e spessore possono subire variazioni in funzione dello specifico punto di realizzazione dell'intervento. In particolare è da verificare l'effettiva disponibilità di spazio interno necessario all'inserimento dell'elemento isolante.



Il **risparmio** atteso per il riscaldamento è di circa **5,5%** conseguibile grazie alla minor richiesta termica di tutto l'edificio. Il costo budgettario dell'intervento è di **15.100 €** a cui corrisponde, in funzione del risparmio economico ottenibile, un tempo di rientro dell'investimento di circa 6 anni.

Qui di seguito è mostrata la schermata del software riepilogativa dell'intervento proposto.



È evidente che l'intervento in oggetto migliora le prestazioni energetiche dell'edificio pur non comportando un cambio di classe.



#### 10.4 Sostituzione serramenti

L'intervento di sostituzione dei serramenti è stato inserito come ultimo tra quelli proponibili, ed in particolare dopo la realizzazione del cappotto, in quanto l'elevata tenuta all'aria dei serramenti attualmente disponibili sul mercato può comportare, in caso di installazione su strutture non dotate di adeguata coibentazione, l'insorgere di muffe a causa dell'incremento del tasso di umidità interno abbinato a basse temperature superficiali delle pareti e dei nodi parete/solaio e parete/serramento. L'intervento prevede la sostituzione dei serramenti esistenti ad esclusione di quelli sostituiti recentemente.

I nuovi serramenti avranno una trasmittanza inferiore ai limiti richiesti per l'accesso alle detrazioni fiscali in materia energetica, pari a circa 1,5 W/mq K, e saranno costituiti da telaio in PVC e vetro camera con gas basso emissivo.

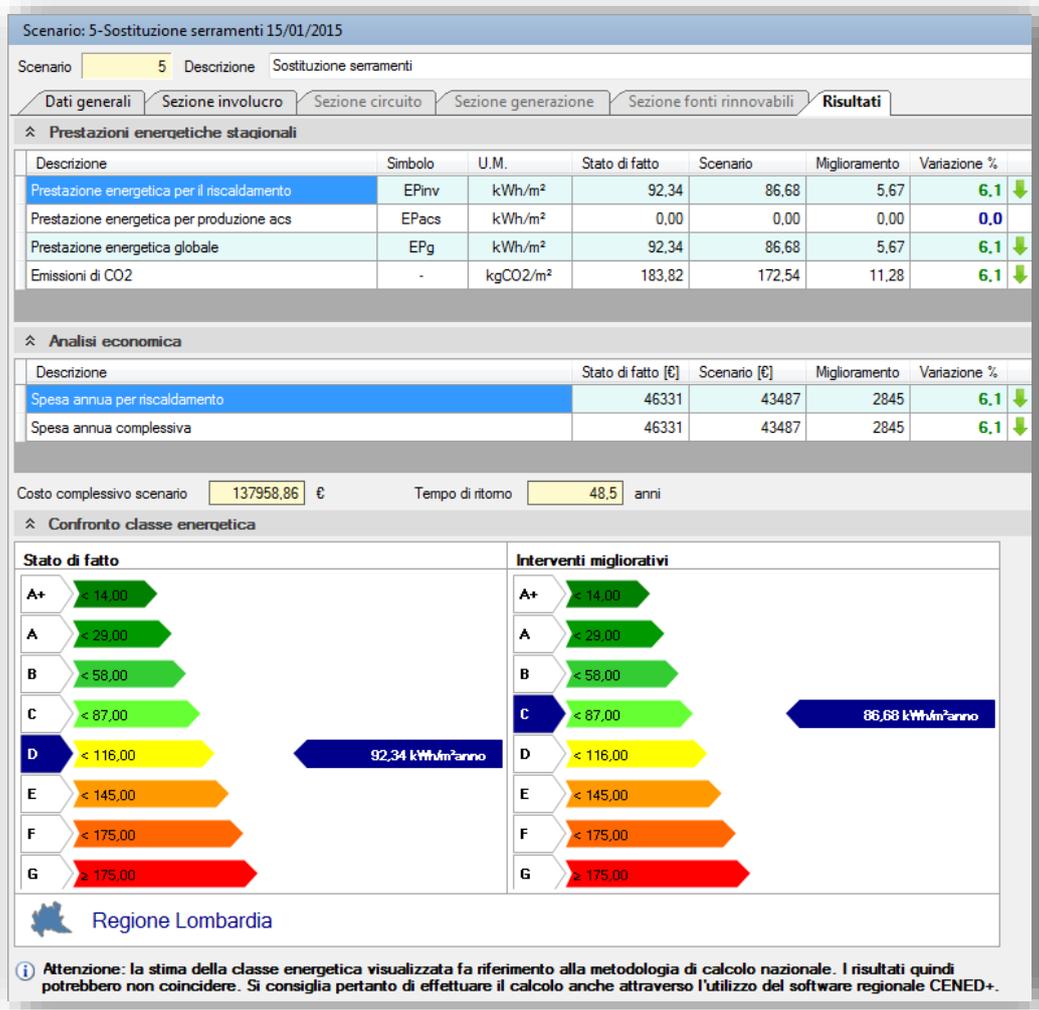


Il **risparmio** atteso per la sola minor richiesta termica è del **6,1%**.

Il costo budgettario dell'intervento è di circa **138.000 €** a cui corrisponde, in funzione del risparmio economico ottenibile, un tempo di rientro dell'investimento di circa 48,5 anni (non considerando le eventuali agevolazioni fiscali attualmente in essere).

Oltre al mero vantaggio economico, si fa presente che l'intervento consente benefici anche relativamente al confort interno derivanti dalle minori infiltrazioni di aria e dal maggiore abbattimento acustico garantiti dai nuovi componenti.

Di seguito la schermata riassuntiva del software che riporta i benefici derivanti dalla realizzazione dell'intervento.



È evidente che se si decidesse di eseguire il solo intervento in oggetto la classe energetica dell'edificio passerebbe da una classe **D** ad una classe **C**.



### 10.5 Regolazione ambiente con valvole termostatiche

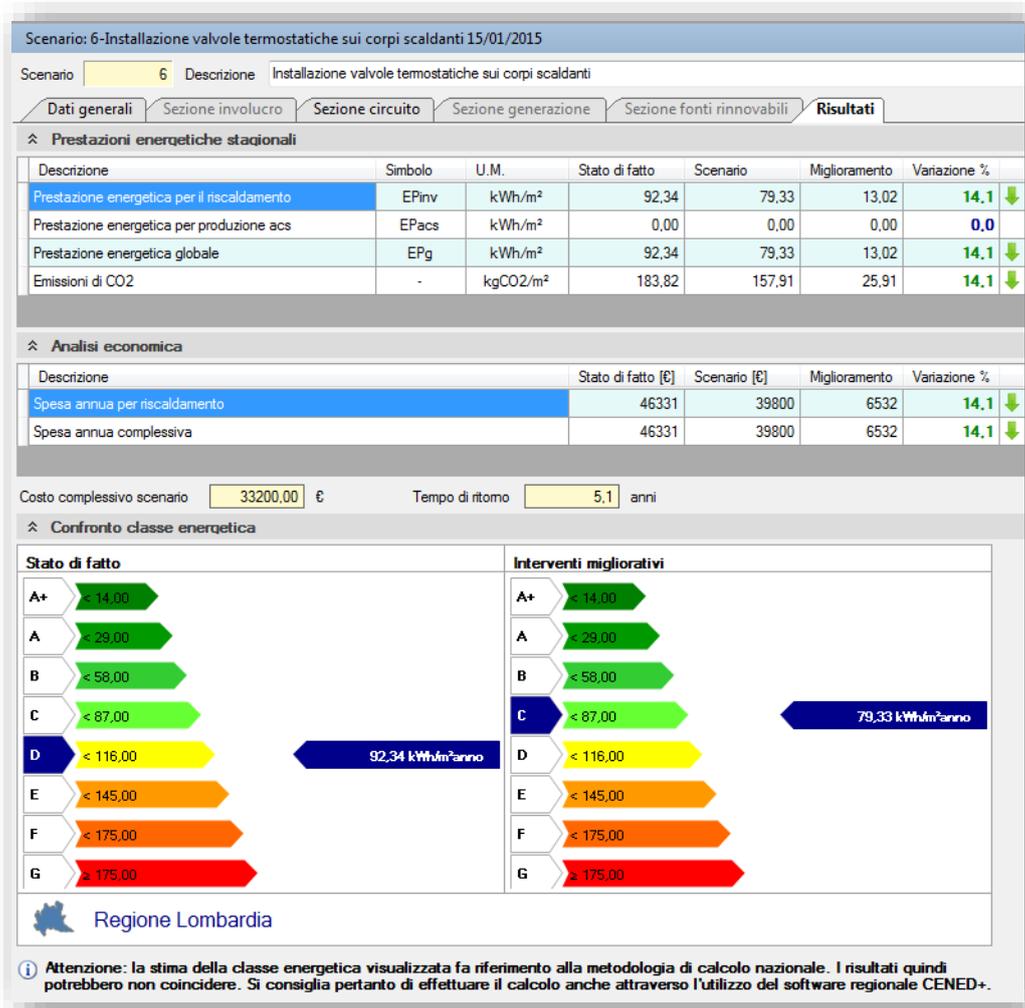
Durante il rilievo dello stato di fatto è stato possibile notare come la regolazione puntuale dei radiatori non sia presente e come pertanto risulti fondamentale andare ad intervenire per ottenere un efficientamento energetico del sistema impiantistico. Ai fini del rendimento complessivo in effetti la regolazione dell'emissione del calore in ambiente ha un peso importante ai fini del rendimento complessivo medio stagionale.

Si propone quindi la realizzazione di un nuovo impianto di contabilizzazione e termoregolazione del calore, come per altro previsto dalle normative nazionali e regionali. Si prevede quindi l'installazione di valvole termostatiche in modo da poter controllare le temperature in maniera puntuale locale per locale unitamente alla sostituzione delle pompe di circolazione a velocità fissa con nuovi componenti a velocità variabile.



Il **risparmio** atteso per questa tipologia di intervento si attesta attorno al **14,1%** ed è diretta conseguenza di una migliore gestione delle temperature interne dei locali climatizzati derivante da una più corretta regolazione dei corpi scaldanti. Il costo dell'intero intervento è di **35.000 €** a cui corrisponde un tempo di rientro dell'investimento di circa 5,1 anni.

Di seguito la schermata riassuntiva del software che riporta i benefici derivanti dalla realizzazione dell'intervento.

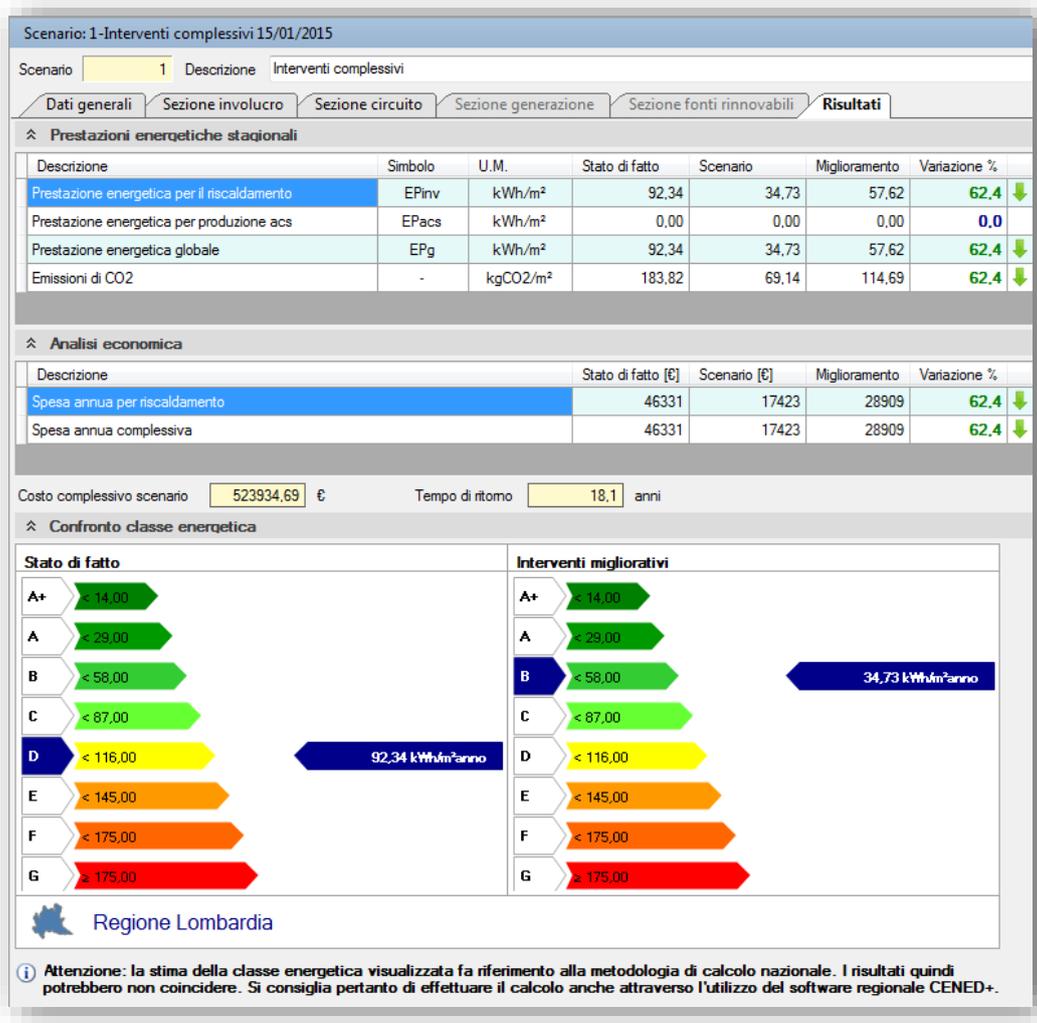


È evidente che se si decidesse di eseguire l'intervento in oggetto la classe energetica dell'edificio passerebbe da una classe **D** ad una classe **C**.



## 10.6 Cumulativo di tutti gli interventi

La seguente schermata mostra il risultato cumulativo ottenibile dalla realizzazione contestuale di tutti gli interventi proposti e descritti nelle pagine precedenti.



È evidente che se si decidesse di eseguire tutti gli interventi in oggetto la classe energetica dell'edificio passerebbe da una classe **D** ad una classe **B**.

Il costo budgettario complessivo è di circa **524.000 €** a cui corrisponde, in funzione del risparmio economico ottenibile, un tempo di rientro dell'investimento di circa 18,1 anni (non considerando le eventuali agevolazioni fiscali attualmente in essere).